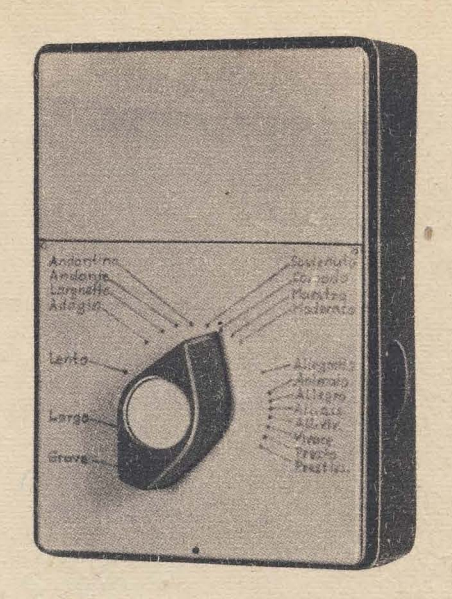


Bauplan 57

Klaus Schlenzig
Peter Ekne

Neue Spiele mit Schall



Inhalt

1. Einleitung
2. Takt für Töne
3. Notentafel
4. Melodiegenerator in MOS-Technik
4.1. 8-Kanal-Programmwahlschaltkreis U 710 D
4.2. Decoderschaltkreis U 711 D
4.3. Verknüpfungen
4.4. 4fach-NOR-Gatter U 106 D
4.5. Gesamtschaltung
4.6. Tongenerator
4.7. Netzteil
4.8. Aufbau
4.9. Inbetriebnahme und Abgleich
4.10. Ruhestromfreie Betriebsart
4.11. 15 Töne durch doppelten Aufwand
4.12. Umschaltbare Tonfolge
5. Sensororgel
6. Scherzgenerator
7. Vogelscheuche
8. Töne ohne Ruhestrom
9. Das »typofix«-Problem

1. Einleitung

Eine immer wieder attraktive Nutzung der Elektronik ist das Erzeugen, Verstärken und Abstrahlen von Tönen. »Spiele mit Schall« hießen bereits die Baupläne 38 und 45. Viele und oft auch bessere Varianten zum Thema sind bisher entstanden. An einem vorhandenen Vorbild zu verbessern ist oft leichter, als dieses Vorbild zu schaffen – kein Wunder, daß es eine Reihe von Nachfolgepublikationen ähnlicher Art gegeben hat. Meist zielten sie auf das Freimachen von dem als lästig empfundenen ständigen Ruhestrombetrieb aus dem Klingeltransformator. Elegant war nicht jede Lösung, doch für manchen Einsatzfall durchaus angebracht. Am sinnvollsten ist es dort, wo in der Wohnung nur die Klingelanschlüsse zugänglich sind. Gleichzeitig birgt das die meisten Probleme, vor allem bezüglich der möglichen Leerlaufspannung solcher Anlagen. Dazu später noch etwas mehr. Die wichtigste Verbesserung solcher Varianten lag in der Nutzung des Betriebsarteneingangs beim *D 195*: Parallelladen mit H bei Start, danach die übliche Seriensteuerung bis zur Ende-Abschaltung. Mit Relais ließ sich das konventionell und zuverlässig lösen. Der dauernde »Rundlauf« am Netz kam ohne dies aus.

Im vorliegenden Bauplan soll auf jene Konzeption nur noch in Form solcher Hinweise eingegangen werden. Alles Nötige für die Leser, denen an TTL-Technik liegt, findet man in den Varianten 7- und 15Töner im zwischenzeitlich nochmals aufgelegten Buch »Elektronikbasteln im Wohnbereich«. Und die »typofix«-Folien dazu bleiben greifbar. Eigene Änderungen der Grundversion »frei bleibend«.

In diesem Bauplan sind wiederum eine »Miniorgel« und ein 7-Ton-Melodiegenerator enthalten. Darüber hinaus werden noch weitere Tonerzeuger-Objekte angeboten. Das ermöglichten zu gleichen Teilen das heute viel komplexere Schaltkreisangebot und der Verzicht auf unnötig weitgehende Gehäusebauinformationen etwa zur »Orgel«.

Die Bauelementevielfalt birgt im Handel eine gewisse Gefahr. Der schnelle Umsatz bedeutet oft auch schnelle Sortimentswechsel. Doch ein Bauplan lebt von der Realisierbarkeit. So wird diesmal ein »Mosaik der Töne« mit Objekten ganz unterschiedlicher Bauteilstruktur geboten. Auf bewährte Bauplanart wurde alles geprüft, überarbeitet und so verändert, daß es dem Anliegen am besten gerecht wird, vom Standpunkt der Verfügbarkeit (wie stets – mit Vorbehalt) sowohl als auch von dem der größtmöglichen »Multivalenz«.

Nun ist zwar weder die konventionelle Transistortechnik noch die Hochvolt-MOS-Technik der letzte Schrei. TTL ist das aber auch nicht. Doch was kümmert's den Anwender, wenn sich das Gebotene gut nachvollziehen läßt und den gewünschten Effekt liefert! Die Effekte jedenfalls sind garantiert. Und verglichen mit dem TTL-Generator bietet die MOS-Lösung sogar noch den geringeren Aufwand, nebenher einige weitere Nutzungsmöglichkeiten und relativ unproblematisch ruhestromfreien Betrieb (auf Wunsch und mit sehr wenig Mehraufwand).

Erweitern auf 15 Töne ist kein Problem. Der Weg dazu wird ebenfalls gezeigt. Erfahrungsgemäß reichen den meisten »Türmelodiefans« auf Dauer doch 7 Töne. Mehr gehen bisweilen etwas aufs Gemüt.

Daß die MOS-Schaltung statt des ursprünglichen 3-Transistor-Ton- und Endstufenteils einen *B 555 D* erhielt, brachte einige Vorteile. Und es beweist, wie relativ problemlos Bipolare mit Unipolaren auch »chipextern« koexistieren können – trotz negativer Logik und exotischen Spannungen.

Überhaupt die Stromversorgung. Es ist immer wieder erstaunlich, wie vielseitig sich der Standard-Klingeltransformator »6 V/0,5 A« nutzen läßt. Seit man seine Eigenschaften zugunsten einer höheren Leerlaufspannung verändert hat (vordergründig für einen sicherheitstechnisch besseren größeren Innenwiderstand), läßt sich mit ihm noch mehr »zaubern«. Gerade dann, wenn man mit einem Bruchteil seiner Leistungsfähigkeit auskommt.

Wer aber möchte schon ein das Nachbarschaftsverhältnis trübendes Jericho-Signal erzeugen, das, wenn schon nicht die Mauern stürzen, so doch den Putz rieseln läßt? Waren im Bauplan 38/45 ein Transistor und ein Kleinlautsprecher mit Vorwiderstand angemessen, so liefert jetzt der *B 555 D* direkt genügend Sound. Dabei gilt wieder die Regel: besser dezentral, aber dezent, vor allem nachts! Das heißt, es ist sinnvoller, Schallquellen kleiner Leistung dort zu plazieren, wo man sich aufhält, als im Flur eine Sirene zu installieren. Verrückte Toneffekte bietet dafür eine weitere Schaltung dieses Bauplans, und im Übergang zum bereits wieder Nützlichen wird eine obstsichernde Vogelscheuche für den Gartenfreund empfohlen – wenn dieser tolerante Nachbarn hat.

2. Takt für Töne

Der *B 555 D* ist mittlerweile sicherlich in jeder Bastelkiste zu finden. Der Bastelbeutel Nr. 11 aus dem HFO für nur 7,80 M enthält 6 Stück des durchaus funktionsfähigen Amateurtyps *R 555 D*. 1,30 M also für einen Schaltkreis, dessen Vielseitigkeit bereits mit der berühmten Röhre *P 2000* der späten 40er Jahre verglichen worden ist. Ältere Leser werden dem beipflichten, sobald sie den »*555*« richtig kennengelernt haben. Auch in diesem Bauplan wird er gleich mehrmals genutzt. Zu seinem Innenleben und zu den Grundfunktionen braucht kaum noch etwas gesagt zu werden. Sowohl das Anleitungsheft zum genannten Bastelbeutel wie auch Heft 213/214 der Reihe »electronica« enthalten alles Wissenswerte.

Zunächst eine ebenso einfache wie überaus nützliche Anwendung im Bereich der »Töne« für jene, die diese noch »von Hand« erzeugen. Wer sein Musikinstrument gerade erst beherrschen lernt, braucht dabei oft eine Takt-Hilfe. Mechanische Metronome gibt es nicht gerade im Überfluß. Früher übliche Schaltungen lassen Wünsche offen, was die Konstanz betrifft. Der *B 555 D* kann das besser. Bild 1 zeigt die einfachste Variante. Sie gibt trockenes Knacken, eben metronomähnlich, über Lautsprecher ab. Je kleiner R_B eingestellt wird, um so »hölzerner« klingt es und damit fast echt. Die Zeitskale am Potentiometerteil von R_A eicht man mit der Stoppuhr oder eben – zünftiger – mit Hilfe eines mechanischen Metronoms. Man kann sich dann auf sie verlassen, auch wenn die Batteriespannung kleiner wird. Für den harten Impuls von wenigen Millisekunden Breite braucht man ohnehin einen Stützkondensator, denn die Batterie hat einen Innenwiderstand, der den Spitzenstrom unnötig begrenzt. Mit 200 mA am Ausgang O kann der *B 555 D* zwar eine ganze Menge, aber so ein Stromimpuls braucht, soll es laut klingen, möglichst »mehr«. Daher die Transistorendstufe. Je nach Transistor, Lautsprecher und Betriebsspannung ist der Vorwiderstand zu bemessen. In Bild 1a steht die Formel dazu. Bei 4 V braucht man ihn nicht, wenn der Lautsprecher wenigstens – wie im Beispiel – 6 Ω hat. Mit einem Widerstand, der größer als der errechnete R_V ist, und einem Schalter läßt sich bei Bedarf die Lautstärke verringern. Das wurde in Bild 1 nicht eingetragen. Die gestrichelt gezeichnete Leuchtdiode bietet zusätzlich einen optischen Takt. Für das eigene Metronom kann man also noch einiges variieren. Ein solches Gerät wird zweckmäßig als »Zweiteiler« gestaltet. Wer möchte schließlich ständig einen Lautsprecher binden. Wenn geübt wird, hat die Stereoanlage ohnehin Ruhepause. Zumindest die Lautsprecherboxen. Nun muß es nicht gerade die Zweiwegebox der 25-W-Anlage sein. Aber im Haushalt gibt es heute oft schon einige einfachere Lautsprecher zwischen Recorder und Plattenspieler, die man nicht ständig nutzt. Daher empfiehlt es sich, den Taktgeber in ein kleines Gehäuse zu stecken, in dem sich die Batterie befindet und das außen mit einer Lautsprecherbuchse sowie einem Schalter versehen wird. Die Leuchtdiode signalisiert damit auch, wenn eingeschaltet ist. Dabei benötigt sie erfreulich wenig Strom. Die hohe Stromspitze hat ja stets nur eine sehr kurze Wirkzeit, einstellbar am »Klang«-Widerstand. Gemäß Bild 1b läßt sich schnell eine Leiterplatte zu diesem Gerätchen herstellen. Es ist nur eine von vielen möglichen, und sie

paßt sicherlich in eine gerade vorhandene Kunststoff- oder Holzschachtel. Bestückt wird nach Bild 1c. Der Simeto-Schalter läßt sich in dieser Ausführung an die Leiterplatte anlöten, so daß man mit ihm die ganze Einheit festschrauben kann. Zwischen 4 und 9 V Betriebsspannung sind zu empfehlen – je mehr, um so lauter. Die derzeit am häufigsten für solche kleinen Einheiten verwendete Spannungsquelle dürfte die *R6* sein. Man wird davon also zwischen 3 und 6 Stück benutzen. Bereits im Bauplan 56 ist eine solche Lösung beschrieben worden. In einem Plastbehälter der dort gezeigten Art läßt sich auch das Metronom unterbringen. Platz für eine genügend große Skale ist damit vorhanden. Die Leiterplattenmaße erlauben ein 1-MΩ-Potentiometer für die Leiterplattenmontage. Mit ihm läßt sich – alternativ zum Schalter – die Platte hochkant in der Plastbox montieren. Der Schalter wird dann besser getrennt angebracht. Bild 2a zeigt ein Muster, das nach dieser Art entstanden ist. Es enthält neben dem Metronom noch eine Takteinrichtung (Schalter rechts unten), die jedoch im vorliegenden Zusammenhang nicht behandelt werden soll (Aufwand). Wichtig ist vielmehr die Gestaltung der Hauptskale. Sie wurde zunächst im Vergleich mit einem »echten« Metronom in den dort üblichen Einheiten geeicht. Die als Bleistiftstriche markierten Stellen erhielten danach Marken aus »typofix«-Symbolen. Zur Gestaltung des Batterieteils sei auf die Ausführung nach Bauplan 56 zurückgegriffen (Bild 2b), denn das in Bild 2a gezeigte Gerät wurde noch nicht mit *R6*-Zellen gespeist.

3. Notentafel

Wer das soeben beschriebene Metronom nutzt, hat selbstverständlich längst Notenlesen gelernt. Der absolute Anfänger kann es sich selbst beibringen. Auch dazu ist ein *B 555 D* eben recht. Sein großer möglicher Frequenzumfang als astabiler Multivibrator erlaubt den Sprung vom Takt zum Ton.

Allerdings gibt es jetzt eine gewisse Schwierigkeit, die das Ganze doch wieder mehr auf die Spielebene zurückbringt. Genauer besehen ist ein sauberer Ton mit einem Rechteckschwingungen erzeugenden Generator ohne Zusatzaufwand gar nicht zu erreichen. Außer der Grundfrequenz sind ja je nach Flankensteilheit noch eine ganze Menge Oberwellen vorhanden, die den Eindruck des Gehörten verändern. Hinzu kommt das mit der Frequenz variierende Impulsverhältnis der Schwingungen aus dem *B 555 D*. Zumindest die letztgenannte Eigenschaft vermag ein nachgeschaltetes Flip-Flop zu eliminieren. Allerdings fällt damit der Vorteil des »Alles in einem« weg, den der *B 555 D* mit seiner leistungsfähigen Endstufe anbietet. Weniger vollkommen, aber zumindest für diesen Punkt ausreichend ist es dagegen, mit einer Diode die Sache abzuschwächen. In Flußrichtung vom Entladeausgang zum Kondensator parallel zum Widerstand R_b gelegt, hebt sie dessen Wirkung beim Aufladen großenteils auf. Je höher die Betriebsspannung, um so geringer ist das Verhältnis der Flußspannung U_F zur Betriebsspannung, um so weniger wirkt damit auch die Temperatur auf die Höhe von U_F und damit auf die Frequenz f. In Näherung gilt $t_{auf} = 0{,}7 \cdot R_a \cdot C$ und $t_{ent} = 0{,}7 \cdot R_b \cdot C$. Für $R_a = R_b$ ist dann die Ladezeit etwa gleich der Entladezeit. Da jede neue Frequenz aber sowohl einen neuen R_a- wie einen neuen R_b-Wert erfordert, scheidet das Verfahren für die Notentafel aus. (R_b: Widerstand von 6 nach 7, R_a von 7 nach Plus.)

Für $R_a \ll 2R_b$ geht die Frequenzgleichung $1/f \approx 0{,}7\,(R_a + 2R_b)\,C$ über in $1/f \approx 1{,}4 \cdot R_b \cdot C$. Für die Aufladezeit spielt dann nämlich R_a fast ebensowenig eine Rolle wie (ohnehin) für die Entladezeit. Der für Frequenzänderungen sinnvolle Widerstand ist nun R_b. Das wiederum läßt sich für eine direkt geschaltete »Notentafel« oder auch eine »Miniorgel« noch recht gut akzeptieren. Eine elektronische Steuerung dagegen möchte man im allgemeinen gegen Plus oder gegen Masse arbeiten lassen. Eine Grenze für brauchbare Ergebnisse stellt bei kleinem R_a der Entladetransistor im *B 555 D* dar. Als Faustregel soll gelten, daß $U_{CC}/R_a \lesssim 1$ mA bleibt. Für z. B. $U_{CC} = 10$ V bedeutet das $R_a \gtrsim 10$ kΩ. Das verlagert die R_b-Werte in den Megaohmbereich, wenn $R_a \ll 2R_b$ bleiben soll. 1 MΩ aber ist der empfohlene obere Grenzwert für den frequenzbestimmenden Gesamtwiderstand. Ganz so hoch sollte man also nicht gehen. Die Überlegung führt daher zu etwa 20 nF, wenn man im Bereich von 261,6 Hz (c1) und 523,2 Hz (c2) Frequenzen erzeugen will.

Damit ergeben die Überlegungen zur anspruchslosen »Notentafel« mit einigermaßen symmetrischen Rechteckimpulsen die Schaltung nach Bild 3.

Etwas »verrunden« läßt sich die Kurvenform mit dem parallel zum Lautsprecher angedeuteten Kondensator. Der Vorwiderstand bestimmt dabei zusammen mit der Lautsprecherimpedanz den für

einen bestimmten Frequenzbereich optimalen Wert von C, damit aus den Rechtecken mit wachsendem f nicht gerade Dreieckschwingungen werden. Der gewünschte Frequenzumfang drückt sich in einer entsprechenden Anzahl von Festwiderständen und Abgleichwiderständen aus. Die Zuordnung dieser Werte zu den Tönen einer Oktave – C als Nennwert vorausgesetzt – ergibt sich aus Tabelle 1. Für das Muster waren gerade nur 47-kΩ-Steller vorhanden. Tabelle 1 weist in der 3. Spalte aus, welche Nennwerte für die Festwiderstände dann sinnvoll sind. Bei freier Auswahl wird man etwa 1/3 des Gesamtwerts abgleichbar auslegen, um eine entsprechende Sicherheit gegen denkbare Toleranzen zu erreichen.

Spielt das Modell mit dieser einen Oktave, wünscht man sich bald eine zweite. Nichts einfacher als das, wenn der Kondensator (daher nämlich die Angabe 20 nF statt des üblichen Standardwerts von 22 nF!) aus 2 × 10 nF zusammengesetzt ist. Einfach einen von beiden abschalten, und schon wird c1 zu c2 und c2 zu c3. Das gilt aber nur, wenn man über sehr engtolerierte Kondensatoren verfügt. Anderenfalls ist so vorzugehen: Nach Gehör wird ermittelt, welcher Kondensator den kleineren Wert hat. Diesen wählt man zum abschaltbaren. Nun ist durch An- und Abschalten zu ermitteln, bei welcher Zusatzkapazität zum abschaltbaren C (das können ohne weiteres 4 nF oder sogar mehr sein!) man den gleichen Ton für c2 hört. c2 liegt mit Zusatz-C ganz oben, ohne Zusatz-C ganz unten. Die restlichen Töne gleicht man je nach »Gehörqualität« ab, z. B. im Vergleich mit einer Triola. Besser ist natürlich ein Frequenzmesser. Die Leiterplatte nach Bild 3 stellt die Minimalvariante für (2×) 8 Töne dar. Auf Grund der bildlichen Darstellung der Noten erreicht der Anfänger beim Abspielen einfacher Melodien bereits recht schnell eine gewisse Übung. Eine kleine Tastspitze wirkt als »Tongriffel«. Mit ihr wird die gewünschte Note angetippt. Bauhinweise zur Notentafel sind in Bild 4 enthalten. Viele andere Varianten lassen sich realisieren. Praktisch lediglich durch mehr Widerstandsstufen ist auch die »Halbtonleiter« zu realisieren. Man muß dazu nur die Leiterplatte bezüglich des Eingabeteils »doppeln«.

Die Pultanordnung nach Bild 4 ist einfach zu realisieren. Man läßt sie entweder ganz offen oder umkleidet sie mit Plastplatten, so daß nur die eigentliche Notentafel offenbleibt. Ein brauchbares Gehäuse steht auch wieder in der schon mehrfach genutzten Plastbox S 32/4 zur Verfügung. In Deckel oder Boden – je nach Gebrauchslage – wird ein passendes Fenster gesägt. Schon mit 4 bis 6 V (3 bis 4 × *R6*; 2 bis 3 × *RZP2*) arbeitet die Notentafel zuverlässig. Der Wirkmechanismus des *B 555 D* stellt dabei eine von der Betriebsspannung kaum abhängige, also relativ stabile Frequenz sicher. Während man die Stromversorgung in der Box unterbringen kann, empfiehlt sich der Anschluß eines Lautsprechers über eine entsprechende Buchse.

Statt der Kontaktierung durch Tastspitze kann man auch einfache Tasten aus Federblech auf dem kupferkaschierten Basismaterial festlöten. In einer »komfortableren« Variante werden für die Noten Leuchtdioden eingebaut. Notwendigerweise über einen getrennten Stromkreis im Sinne von Bild 5a können diese Anzeigen dann von den Tasten zum Leuchten gebracht werden. Das Bild zeigt, daß dazu Umschalter nötig sind, z. B. Mikrotaster, und daß der Strombedarf relativ groß ist. Im Tausch gegen »Elektronik« läßt er sich bei n Dioden auf etwa 1/n senken, wie Bild 5b in einer von mehreren denkbaren Möglichkeiten zeigt. Zudem fließt dieser Strom (außer dem Basisstrom) nur, wenn eine Taste gedrückt ist. Jedoch sei bei dieser Ergänzung vor einem Trugschluß gewarnt: Bei gleichzeitigem Drücken von 2 Tasten werden zwar 2 »Noten« leuchten, doch der Ton selbst ist wesentlich höher. Das liegt daran, daß mit 2 Tasten nicht 2 Töne zugleich erzeugt werden, sondern nur ein entsprechend der Parallelschaltung von 2 Widerständen höherer einziger Ton.

4. Melodiegenerator in MOS-Technik

So, wie sich 7 Töne als eine Art sinnvollen Standards für viele Wohnungen herausgestellt haben, sind auch weit »exklusivere« Varianten auf die Dauer weniger günstig als spektakulär. Gemeint sind »speichergestützte« Geräte mit Zufallswahl der Melodie. Bauplan 48 stellte mit »Musik vom Chip« eine solche Lösung vor. Sie bot 16 Melodien zu je 64 Takten an. Der 4 Bit »breite« 1-kByte-Speicher aus 4 × *U 202 D* machte es möglich. Allein der Aufwand wird viele Bauplanleser abgeschreckt haben. Inzwischen sind EPROM von 1024 Byte, 8 Bit »breit« verfügbar (*S 555 C* als »halbseitiger« Amateurtyp des *U 555 C* – nicht mit dem *B 555 D* verwechseln!) und 256 × 8-Speicher (*U 552 C*). Wer ein Programmiergerät hat oder einen hilfreichen Experten kennt, kann einen solchen Schaltkreis außer für den Computer auch für

Melodiegeneratoren als praktischen nichtflüchtigen Speicher benutzen. Die Amateurliteratur hält auch solche Objekte bereit.

Alternativ für den »Hausgebrauch« bleibt dennoch der einfache Melodiegenerator in »verdrahteter Logik« interessant. Mit den bei Bauplanerscheinen sicherlich noch greifbaren, weil bis 1984 noch produzierten beiden MOS-Schaltkreisen *U 710 D* und *U 711 D* ist das äußerst preiswert und mit brauchbarem Aufwand möglich. Es erscheint sinnvoll, zunächst beide ganz kurz vorzustellen.

4.1. 8-Kanal-Programmwahlschaltkreis U 710 D

Bild 6 zeigt Anschlußbelegung und Logiksymbol dieses besonders in Fernsehempfänger-Eingangsteilen zur Kapazitätsdiodensteuerung häufig eingesetzten Schaltkreises. Er wirkt dabei stets mit dem Decoder *U 711 D* zusammen, denn: ob über (Sensor-) Tasten wahlweise direkt (»parallel«) und in beliebiger Folge oder über eine Fernsteuerung »seriell« für das Einzelschalten von 8 Kanälen zu beeinflussen, stets erscheint die Eingabe binär kodiert an den 4 Ausgängen. 3 davon liefern die nach dem Bewertungsschema 1-2-4 kodierte Binärinformation für den angesprochenen Eingang (1 bis 8; 1 ist Einschaltlage = HHH). Der 4. Ausgang macht das System »kaskadierfähig« auf 16 Kanäle. Beide Schaltkreise arbeiten in der sogenannten negativen Logik. Darin entspricht gemäß Bild 7 H dem Massepotential, da es das »positivste« der genannten Schaltung ist. Der zulässige Pegelbereich geht bis −2 V für einwandfreie H-Steuerung. Ab −9 V bis zur (negativen) Betriebsspannung von nominell −27 V (−25 V bis −28 V) reicht der L-Pegel. Dieser aber wirkt hier als Signalpegel. Darum ergibt sich der für »positive Logiker« verwirrende Umstand, daß der Logiktabelle eines NOR in negativer Logik die eines NAND in positiver Logik entspricht usw. Es würde hier zu weit führen, die diese Bedingungen fordernde Innenschaltung näher zu erläutern. Wissen sollte man jedenfalls, daß das Innenleben aus MOS-Transistorelementen besteht. Sie brauchen so gut wie keinen Steuerstrom, da sie über eine »Gate« genannte Elektrode mit dem Feldeffekt gesteuert werden. Doch erfordert diese Steuerung eben einige Volt – im allgemeinen mehr als 6 V (negativ) –, sonst läßt sich gar nichts von außen steuern. Bestimmte Schaltungsdetails von MOS-Schaltkreisen erfordern sogar 2 Betriebsspannungen, −13 V und −27 V. Auf diese Weise erreicht man günstigere Bedingungen vor allem im Ausgangskreis. Dort arbeitet dann ein MOS-Transistor als aktiver Arbeitswiderstand, und sein Steuerkreis verlangt entsprechend hohe Potentiale. Aber das sind schon spezielle Dinge. Sie sollen lediglich zeigen, daß MOS-Schaltkreise eben anders anzusehen sind als etwa TTL-Typen. Ihr wichtigster Gebrauchsunterschied aber ergibt sich aus der Empfindlichkeit der »hauchdünnen« Isolation unter den Steuerelektroden. Schutzdioden im Schaltkreis können zwar geringe Energien unschädlich machen, doch ein durch Reibungselektrizität geladener Dederonkittel hat sich noch immer als stärker erwiesen. Darum statische Ladungen vermeiden und möglichst auf einer leitenden Unterlage arbeiten. Viele weitere Regeln sind inzwischen zu MOS- und CMOS-Schaltkreisen allgemein bekannt geworden. (Im übrigen passiert weniger, als man glaubt, wenn man nicht gerade leichtsinnig ist!)

Von den Eigenarten der MOS-Technik nun wieder zurück zum *U 710 D*. Es hat sich gezeigt, daß bereits Betriebsspannungen von 16 bis 18 V für den vorgesehenen Einsatzfall durchaus brauchbar sind. Es empfiehlt sich allerdings dringend, sie zu stabilisieren. Nur dann werden die Ergebnissse reproduzierbar, was besonders bei stärker schwankender Netzspannung sonst nicht zu erwarten ist. Der *U 710 D* nimmt bei dieser Spannung im allgemeinen weniger als 2 mA auf und ist damit doch ziemlich genügsam. Man vergleiche mit diesem Wert die Stromaufnahme eines *D 195 D*, für den 50 mA bei 5 V typisch sind. 250 mW also gegen nur etwa 40 bis 50 mW beim *U 710 D*!

4.2. Decoderschaltkreis U 711 D

Sogar nur etwa 0,5 mA benötigt dieser Schaltkreis für sein »Innenleben«. Den 8 Ausgängen kann man bis zu 3 mA zumuten. Die binär kodierte Information des *U 710 D* wird den 4 Eingängen zugeführt. Genauer: Da nur 3 Bit beim einfachen System angeboten werden, legt man e4 auf L-Potential, ebenso wie a4 des *U 710 D*. Der Wahrheitstabelle gemäß, führt im Gesamtsystem entweder der Schritt n (1 bis 8) am seriellen Eingang oder ein (auch nur kurzzeitig an einen der 8 parallelen Eingänge n des *U 710 D*) angelegtes L (also negative Spannung) dazu, daß die binäre Ausgangsinformation des *U 710 D* an den Eingängen des *U 711 D* dessen äquivalenten Ausgang auf L durchschaltet. Die restlichen Ausgänge

bleiben auf H. Übrigens stellt sich das System beim Einschalten selbst auf aktiven Ausgang 1 ein – eine auch für Melodiegeneratoren recht günstige Eigenschaft! Ein aktiver Ausgang hat nur in der Größenordnung von etwa 1 kΩ Durchgangswiderstand, zumindest im zulässigen Strombereich bis 3 mA. Bild 8 zeigt die Anschlußbelegung und das Logiksymbol des *U 711 D*.

4.3. Verknüpfungen

Die Grundschaltung für 8 Kanäle ergibt sich aus Bild 9a. Auf 16 Kanäle kaskadiert wird gemäß Bild 9b. Daraus läßt sich bei Bedarf leicht ableiten, wie man zu einem 15-Ton-Generator gelangen kann.

4.4. 4fach-NOR-Gatter U 106 D

Im Melodiegenerator wird (selbstverständlich) seriell gearbeitet. Das erfordert einen Takt mit Periodendauern um 0,3 s. Da er der negativen Logik entsprechen muß, erzeugt man ihn am besten mit einem MOS-Schaltkreis. Der *U 106 D* (Bild 10) wird dafür nur zur Hälfte beansprucht. Die andere Hälfte steht für die Start-Stopp-Logik zur Verfügung, ausgelegt als RS-Flip-Flop.

Der *U 106 D* ist einer jener MOS-Schaltkreise, die 2 (negative) Betriebsspannungen brauchen, nämlich im Normalfall −27 V (*U*1) und −13 V (*U*2). *U*1 wird mit typisch 1 mA belastet, *U*2 mit nur etwa 0,1 mA. Im vorliegenden Beispiel des von einem Klingeltransformator gespeisten Generators liegt *U*1 bei nur 17 V. Daher wurde *U*2 unkonventionell durch einen Widerstand zwischen den Anschlüssen für *U*1 und *U*2 »angenähert«. Dabei kam es mehr darauf an, daß sich eine um etwa 6 V gegenüber *U*1 niedrigere Spannung *U*2 ergab. Man kontrollierte das mit einem hochohmigen Voltmeter am Anschluß für *U*2. Gegebenenfalls ist der Wert dieses Widerstands entsprechend zu korrigieren. Letzten Endes entscheidet aber nur die einwandfreie Funktion über die Zulässigkeit dieser Maßnahme.

Bild 11 zeigt die ergänzte Schaltung des *U 106 D* als Start-Stopp-Flip-Flop und als Taktgenerator. Der Vorwiderstand im Generatorteil sowie die Schutzdioden helfen, eine Überlastung der integrierten Schutzdioden zu vermeiden. Ungewohnt klein ist der für den Taktkondensator nötige Kapazitätswert. Dank der hochohmigen MOS-Schaltung liegt er um fast 3 Größenordnungen niedriger als bei vergleichbaren TTL-Lösungen. Dadurch kann ein stabiler MKL-Typ benutzt werden.

Die Taktimpulse gelangen über ein Differenzierglied zum seriellen Eingang des *U 710 D*. Damit sind bereits die wichtigsten Generatorelemente besprochen.

4.5. Gesamtschaltung

Die Gesamtschaltung des 7-Ton-Melodiegenerators zeigt Bild 12a. Er enthält 2 Schaltungseinzelheiten, die noch nicht besprochen worden sind. Da ist zunächst der Einzeltransistor *SMY 50* (oder *SMY 52*), ein p-Kanal-Anreicherungstyp. Das heißt: (negative) Gatespannung läßt seinen Kanal zwischen Drain (negativer Anschluß) und Source (Masse) leitend werden. Da die Einschalt-Vorzugslage des Systems *U 710 D*/*U 711 D* leitenden Kanal 1 bedeutet, liegt das Gate an Masse, so daß der Transistor gesperrt ist. Daher führt sein Drain L, das dadurch über den Koppelkondensator auch das Start-Flip-Flop in Ruhelage gekippt hat. Durch einen kurzen negativen (L-) Impuls am Startgatter kippt das Flip-Flop in die Arbeitslage. Das heißt, der Taktgenerator wird mit H an dem mit dem Flip-Flop verbundenen Eingang freigegeben. Beim 8. Taktimpuls hat der *U 711 D* am Ausgang einen vollen Zyklus absolviert, und Ausgang a1 schaltet wieder auf H. Er war vorher 7 Takte lang auf L gelegt worden, wodurch der »Reset«-Kondensator am Drain des Transistors entladen worden war (Stromkreis über den am Gattereingang nach Masse liegenden Widerstand). Mit a1 auf H geht der Drain des *SMY 50* auf L. Dieser L-Impuls setzt das Flip-Flop zurück, und dieses wiederum sperrt den Taktgenerator. In dieser Stellung verharrt die Schaltung bis zum nächsten Start.

4.6. Tongenerator

Die einzeln hintereinander in der Aktivphase auf H (Masse) schaltenden Ausgänge des *U 711 D* legen jeweils einen Stellwiderstand an dieses Potential. Das aber entspricht dem höchsten »positiven« Potential des als astabilen Multivibrator geschalteten *B 555 D*. Allerdings war es notwendig, R_a umzuschalten,

da R_b beidseits an Schaltkreisanschlüssen liegt. Der negative Betriebsspannungsanschluß des *B 555 D* ist der Bezugspunkt des »Subsystems« Tongenerator, und so herum betrachtet, wird die Schaltung wieder durchschaubar. Dieser Punkt braucht aber – im Unterschied zum MOS-Teil – keine stabilisierte Spannung. Dafür soll sie höher belastbar sein als die MOS-Spannung. Sie hat ja einen Lautsprecher zu versorgen. Dennoch sind für die meisten Einsatzfälle auch dafür keine allzugroßen Leistungen nötig. Besser – wie schon angedeutet – ist es, 2 oder 3 Schallwandler in der Wohnung zu verteilen. Jeder erhält dabei einen seiner gewünschten Lautstärke angemessenen Vorwiderstand. Ein »Nachtschalter« oder ein Potentiometer (als stellbarer Vorwiderstand) dürfte außerdem vielfach am Platze sein, um in Ruhestunden die Lautstärke am betreffenden Ort auf ein gewünschtes Mindestmaß zu senken.

Die Eigenart des *B 555 D* bezüglich seiner Entladeschaltung bedingt übrigens, daß sich nach Sperren des letzten Ausgangs im *U 711 D* der Tonkondensator über OD entlädt und damit IT unter $U_{CC}/3$ senkt. Das aber schaltet die Ausgänge auf ein bezüglich Gesamtschaltung (»hohes«) massenahes Potential, ohne daß der Kondensator wieder geladen wird. Fazit: Der *B 555 D* sperrt, und es fließt kein Ruhestrom durch den Lautsprecher.

4.7. Netzteil

Wie bereits angedeutet, hat sich ein 0,5-A-Klingeltransformator von 6 V Nennspannung selbst für diese MOS-Schaltung als gut geeignet erwiesen. Er liefert sogar bei belasteter Endstufe und Netzunterspannung von −15 % noch genügend Spannung an die Verdopplerstufe. Diese Stufe aus 2 Elektrolytkondensatoren und 2 Dioden ergibt eine Spannung von etwa 20 bis 27 V, je nach Lastbedingungen und Eingangsspannung. Mit einer Z-Diode hinter einem wegen des kleinen Strombedarfs relativ hohen Widerstand kann sie auf etwa 17 V stabil gehalten werden. Nun sind Z-Dioden derzeit für den Amateur teurer als viele Schaltkreise. Für nur etwa 1 M Gesamtkosten läßt sich jedoch eine für die vorliegende Aufgabe ausgezeichnet geeignete Stabilisierung mit 2 »Bastelbeutel«-Transistoren der Bauform 500 mW erreichen. Dabei nutzt man die bei typisch 8,5 V liegende Durchbruchspannung der Basis-Emitter-Strecke dieser Transistoren aus. Sie ist durchaus in der Lage, die in der Schaltung auftretenden Ströme von maximal etwa 20 mA aufzunehmen. Dabei entstehen in jedem Transistor etwa 170 mW.

Für die Endstufe genügt eine 1-Weg-Gleichrichtung mit reichlich zu bemessendem Ladekondensator. Die durch die »Z-Diode« ständig gegebene geringe Vorlast hält die verfügbare Transformatorspannung in solchen Grenzen, daß – gemeinsam mit der Wirkung des *B 555 D*-Ruhestroms – für diese Kondensatoren meist statt der angegebenen 16 V sogar 10-V-Typen ausreichen. Allerdings sollte man wenigstens 2 × 2200 µF, besser noch 3 × 2200 µF einsetzen. Anderenfalls entsteht vor allem bei tieferen Frequenzen eine gewisse Rauhigkeit im Ton. Wenn statt der infolge der Tonwiderstände im Wirkungsgrad bescheidenen Lautsprecher z. B. 54-Ω-Telefonhörkapseln (2 bis 3 in Serie verteilt, oder jeweils mit 100 Ω Vorwiderstand) eingesetzt werden, sinkt der Strombedarf, obwohl die »Schallausbeute« gut bleibt.

4.8. Aufbau

Die Leiterplatte des Generators einschließlich Gleichrichterteil (Bild 12b und 12c) ist deutlich kleiner als die des vergleichbaren TTL-Generators aus Bauplan 38/48. Dabei nimmt der eigentliche Generatorteil nur etwa die Hälfte der Fläche in Anspruch. Mit 4 Schaltkreisen und einem Transistor (die »Z-Dioden« nicht mitgerechnet) ist der Bauelementeaufwand ebenfalls wesentlich geringer. Nicht zuletzt erleichtern die nur 4 Drahtbrücken die Montage auf der einseitigen Leiterplatte. Mit ihnen wird zweckmäßigerweise begonnen. Dann folgen die wenigen Widerstände, die Dioden und die Kunstfolie- und Keramikkondensatoren. Für die 7 stehenden Tonpotentiometer (Größe 05 »P«) und den liegenden Stellwiderstand für die Tonfolge- (Takt-) Frequenz (Größe 05 »S«) sind 1,3-mm-Bohrungen erforderlich, während alle anderen Löcher den üblichen Durchmesser von 1 mm haben. Allerdings empfiehlt es sich, auch für die Gleichrichterdioden und die Elektrolytkondensatoren etwas mehr als 1 mm Durchmesser zu wählen.

Erst nach Montage aller anderen Bauelemente setzt man die Schaltkreise ein, mit *B 555 D* beginnend, und den MOS-Transistor. Vorher sollte man die Lötaugen mit Glashaarpinsel o. ä. von Oxid befreien und mit ganz wenig Zinn unter Zugabe von Kolophonium verzinnen. Die Löcher müssen dabei

unbedingt frei bleiben. Schon Flußmittelreste können dazu führen, daß ein Schaltkreisanschluß sich unbemerkt unter das Gehäuse »faltet«.

Nun kommt der große Augenblick für die MOS-Schaltkreise. Für sie mindestens ist ein Niederspannungslötkolben am Platze. Man sollte sich für ihn der Mühe unterziehen, einen sekundär eingeschleiften 2poligen Ausschalter vorzusehen. Dann geht man beim Löten sicher. Ganz sicher vor unkontrollierten gategefährdenden Spannungen wird der Kolben, wenn seine Metallhülse mit der (leitenden) Montageunterlage (z. B. kupferkaschiertes Hartpapier oder Glasfasermaterial) verbunden ist und wenn man außerdem vor dem Löten die Spitze kurz auf diese Unterlage tippt. Eine verzunderte Spitze kann nämlich bereits geladen sein. Im Grunde geschieht den Schaltkreisen dennoch viel seltener etwas, als es diese vielen gutgemeinten Tips vermuten lassen. Spätestens beim Nichtfunktionieren einer solchen Schaltung wird man sich jedoch ärgern, nicht diese Vorsichtsregeln beachtet zu haben. Damit der Lötkolben trotz Abschalten während des Lötens zwischendurch immer wieder die nötige Wärmeenergie erhält, sollte man das Schalten »automatisieren«. Dafür stehen Mikrotaster zur Verfügung, die für bis zu 4 A Wechselstrom geeignet sind. Mit etwas mechanischem Geschick, das Ausrichten der beiden Stößel betreffend, läßt sich ein Lötkolbenablegeschalter ähnlich Bild 13 relativ einfach realisieren. Er stellt praktisch die Umkehrung des früher oft praktizierten »Sparablegers« für vermindertes Heizen in den Lötpausen dar. Allerdings muß er hier 2polig sein, damit der Sekundärkreis des Niederspannungstransformators völlig vom Kolben getrennt wird. Selbstverständlich hat der verwendete Transformator den Sicherheitsvorschriften zu genügen. Ganz sicher geht man mit einem handelsüblichen Lötkolbentransformator. Dieser Sicherheitshinweis (diesmal bezogen auf die Netzfreiheit des gesamten Arbeitsplatzes!) ist auch für die folgende Maßnahme von ausschlaggebender Bedeutung. Wer befürchten muß, daß er infolge unpassender Möbel, Fußbodenbeläge, Kleidung und zu geringer Luftfeuchte ständig »geladen« ist, der sollte sein metallisches Uhrenarmband für die Dauer der MOS-IS-Montage über einen Widerstand von einigen hundert Kiloohm und eine flexible Leitung mit der Arbeitsunterlage verbinden. So entsteht ein System aus Grundplatte und mit ihr leitend verbundenen Arbeitsmitteln, in dem kaum zu hohe statische Ladungen auftreten werden. Die Schaltkreisverpackung ist mit dieser Platte ebenfalls vorher in Berührung zu bringen, bevor man die Schaltkreise – möglichst mit Pinzette und nur am Isolierkörper – aus der Verpackung auf die Arbeitsunterlage legt und anschließend in die Leiterplatte einsetzt. Richtung beachten! Es empfiehlt sich für den Amateur, die Anschlüsse nur etwa 1 mm leiterseitig überstehen zu lassen. Das erleichtert einen eventuell nötigen Wechsel.

Die Leiterplatte ist übrigens so gestaltet, daß Netzteilplatte und Generatorplatte auch einzeln montiert werden können. Beide Teile haben dann das bewährte Bauplanformat von 50 mm × 80 mm. Als Kombinationsplatte, beidseits (um je rund 1 mm) so weit gekürzt, daß eine Länge von etwa 98 mm zustande kommt, läßt sie sich aber leicht in einer Hälfte einer Plastbox unterbringen. Diese vom VEB *Plastimat* Oranienburg angebotenen Behälter (S 32/4 ohne Fächereinteilung, ELN 14584910, HSL 641000) waren auch schon beim Metronom als praktische Gehäuse empfohlen worden. Eine Telefonhörkapsel oder ein Miniaturlautsprecher paßt dann in die andere Boxhälfte. Buchsen bzw. Lüsterklemmleisten für die Außenverbindungen lassen sich ebenfalls mühelos unterbringen.

4.9. Inbetriebnahme und Abgleich

Bei Maximalstellung des Taktpotentiometers ist der Tondurchlauf so langsam, daß es meist recht schnell nach Gehör gelingt, die 7 Töne der gewünschten Melodie abzugleichen. Das ist dann eigentlich auch schon die letzte Arbeit an der Leiterplatte. Es setzt voraus, daß alles so funktioniert, wie es soll. Um dahin zu gelangen, empfiehlt sich schrittweises Vorgehen. Dazu erweist sich die elektrische Trennung zwischen Netzteil und Generator als nützlich. Denn von den beiden zusätzlichen Drahtverbindungen für −9 V (Mittelwert) und −17 V (stabilisierte Spannung) war noch nicht die Rede. Man sollte sie vorerst auch noch nicht einlöten. Dafür wird jetzt ein Spannungsmesser bis wenigstens etwa 30 V Vollausschlag gebraucht – z. B. eines der in den vorangegangenen Bauplänen beschriebenen Geräte. Außerdem empfiehlt es sich, die 9-V-Strecke vorerst mit etwa 560 Ω bis 1 kΩ zu belasten, damit die Leerlaufspannung den Kondensatoren nicht gefährlich werden kann. Noch einen letzten Blick auf deren Lage (Polarität!), dann darf der Klingeltransformator angeschlossen werden. Wenn jetzt an der 9-V-Strecke etwa 10 V und am Ladekondensator der Verdopplerschaltung etwa 25 V zu messen sind (negativ jeweils

gegen Masse!), dann ist der Gleichrichterteil in Ordnung. Die richtige Lage und das einwandfreie Funktionieren der zu Z-Dioden »umgeschulten« Transistoren erkennt man dadurch, daß an ihnen zwischen 17 und 18 V zu messen sind. Auch für sie kann vorerst ein Parallelwiderstand (von −17 V nach Masse) von etwa 4,7 bis 6,8 kΩ entlastend wirken. Nun wird der Transformator vorübergehend vom Netz getrennt. Als nächstes verdrahtet man die Spannung für die Tonstufe (−9 V) mit deren Versorgungsanschluß. Außerdem ist es sinnvoll, vorher einen der *U 711 D*-Ausgänge mit Masse zu verbinden. Diese Drahtbrücke sollte so provisorisch sein, daß man sie später nicht wieder zu lösen vergißt! Bei Neuanschluß des Klingeltransformators müßte im ebenfalls nun angeschlossenen Lautsprecher ein Ton zu hören sein. Anderenfalls beginnt im Bereich um den *B 555 D* die Fehlersuche: Lötstellen, mögliche Zinnbrücken, Leiterunterbrechungen, falsch eingesetzte Bauelemente kommen als Ursache in Frage. Spannungen am Schaltkreis, diesmal mit −9 V als Bezugspunkt, messen: An 1 (an Masse liegend) zeigen sich dann +9 V; an den miteinander verbundenen Anschlüssen 4 und 5 müßten $^2/_3$ dieser Spannung stehen. Je nach Zustand am Kondensator (Anschlüsse 2 und 6) richtet sich die Spannung an O (3) und OD (7): Bei weniger als $^1/_3$ der Betriebsspannung an 2 und 6 müßte 3 etwa Betriebsspannung führen, 7 etwas weniger. Bei mehr als $^2/_3$ der Betriebsspannung an 2 und 6 sind beide Ausgänge nahezu spannungsfrei. Allerdings – wenn bisher alles gestimmt hat, wird der Generator auch schon schwingen! Mit der Einschränkung, daß die Kanalwiderstände des *U 711 D* später einen gewissen Nachgleich erfordern können, läßt sich nun auf Wunsch bereits ein Einzelabgleich der Töne vornehmen: Der betreffende Ausgang des *U 711 D* wird einfach an Masse gelegt, und am zugeordneten Potentiometer gleicht man den Ton ab.

Wieder wird nun der Transformator abgeschaltet, und die noch freie Verbindung von −17 V zum Generator kann eingefügt werden. Abgleichbrücke und Lastwiderstand werden entfernt. Nach dem Neueinschalten darf nichts zu hören sein. Kurzes Überbrücken des Tastereingangs müßte nun einen Durchlauf starten. Wenn nicht, heißt es wieder, den Fehler einzukreisen. Die MOS-Technik macht das zum Teil leicht. Mit der Pinzette o. ä. Anschluß e_s antippen, und der *U 710 D* müßte seine Ausgangskombination HHH in irgendeine andere ändern. Irgendeine, weil eine Pinzette als Kontakt ungeheuer prellt. Ein Ton müßte die Folge sein. Wenn wieder nicht, dann Spannungen an a1 bis a3 des *U 710 D* gegen Masse kontrollieren. Ist auch nur eine deutlich von Null verschieden (und negativ), steckt der Fehler im Bereich des *U 711 D*. Sind sie weiterhin Null, suche man am *U 710 D*.

Der *U 106 D* rückt erst dann in den Kreis der »Verdächtigen«, wenn die Einzelimpulsmethode zu Tönen geführt hat. Nebenbei: Sollte später der Generator ewig durchlaufen, so ist der Bereich um den *SMY 50* unter die Lupe zu nehmen. a1 des *U 711 D* liefert ja irgendwann H an das Gate, und dann muß das Differenzierglied zwischen Drain und Gattereingang das Flip-Flop kippen. Zunächst aber sollte es sich zwecks Start auf H am Ausgang bringen lassen. Ein NOR-Glied in negativer Logik wird nämlich freigegeben, wenn der zur Freigabe (bzw. zum Sperren) benutzte Eingang auf H gelegt wird, also auf Masse. Das in negativer Logik als Signalpegel wirkende L kann dann am anderen Eingang wirksam werden und den Ausgang auf H (Masse) schalten. Im Wechsel von H und L vom 1. Generatorgatterausgang her und mit Kondensatorrückkopplung entsteht dann die Taktfrequenz.

Vorsicht aber vor Trugschlüssen – diese Schwingung läßt sich zwar noch am Gatterausgang direkt, nur mit speziellen Mitteln aber hinter dem Differenzierglied an e_s kontrollieren. An e_s kommen nämlich nur schmale Nadeln an. Die in Bild 14 dargestellte Hilfsschaltung ist dagegen in der Lage, den Zustand von Gatterein- und Gatterausgängen zu kontrollieren. Dabei muß man mehrere Dinge bedenken: Zunächst einmal sind diese Punkte alle ziemlich hochohmig. Also darf der Zustandstester nur wenig Eingangsstrom erfordern. Außerdem kann beim Antippen der Zustand geändert werden. Im Zweifelsfalle müßte man die Schaltung 2mal einsetzen und z. B. vorübergehend fest mit Ein- und Ausgang verbinden. Schließlich aber führt die Verbindung beider Eingänge am ersten Gatter bei dieser Schaltung dazu, daß sich der Taktgenerator in einem »Schwebezustand« befindet, wenn er gesperrt ist. Am Muster wurden dabei ein- und ausgangsseitig an einem Gatter nahezu gleiche Spannungswerte gemessen. Sie lagen zwischen 3 und 4 V. Da die (negative) Ausgangsspannung bei H jedoch auf jeden Fall über 6 V steigt, ist ein *SMY 52* genau der richtige Partner für diesen kleinen Logiktester. Eine in seinem Ausgangskreis gemäß Bild 14 eingesetzte Leuchtdiode leuchtet nur bei H am Eingang eindeutig hell auf. Und dieser »MOSFET« braucht keinen Eingangsstrom. Man kann übrigens den unteren Eingang des 1. Generatorgatters mit an den Flip-Flop-Ausgang statt an den oberen Eingang legen, so daß die Startschaltung auf beide Gatter wirkt – siehe gestrichelte Leitung. Der »Schwebezustand« wird so vermieden.

Der Rest der Fehlersuche entspricht dem Zusammenspiel der 4 Gatter des *U 106 D* mit dem *SMY 50* und den Anschlüssen e_s und a1 der Kombination *U 710 D/U 711 D*: Negative Spannung (L) am Tastereingang muß H (Masse) am Freigabeeingang liefern, damit der Taktgenerator anläuft. Im Ruhezustand führt das Flip-Flop am benutzten Ausgang L, was den Generator sperrt. Am Ende eines durch L am Tastereingang eingeleiteten Durchlaufs erhält der obere Flip-Flop-Eingang eine kurze L-Nadel. Da sein anderer Eingang seit Start H führt, ist er freigegeben, und am oberen Ausgang erscheint H. Da man vor Durchlaufende meist die Taste schon wieder losgelassen hat, führen nun beide Eingänge H, so daß das Flip-Flop mit L am Ausgang den Taktgenerator bis zum nächsten Start sperrt.

4.10. Ruhestromfreie Betriebsart

Die vollständig bestückte Leiterplatte nach Bild 12 kommt ohne eine eigene Spannungsquelle aus. Auf Grund der zusätzlichen Bauelemente am Starteingang genügt es, den Melodiegenerator einfach mit seinen beiden Wechselspannungsanschlüssen an die bisher für die Klingel benutzten Anschlüsse der Klingelanlage zu legen. Allerdings ist das ohne Schaltungsänderung nur möglich, wenn die Wechselspannung dieser Anlage in etwa zu den gleichen Spannungen im Gerät führt wie der sonst nur dem Generator zuzuordnende 6-V-Klingeltransformator. Bild 15 zeigt beide Möglichkeiten des Einsatzes – die »problemlose« mit Dauerbetrieb an einem eigenen Transformator für den Generator und den bereits auf der Leiterplatte vorgesehenen Zusatz für eine »sparsame«, für die sich nicht jede Hausanlage eignet. Als Entscheidungshilfe für den Einsatz der zweiten Variante, deren Vorteil im geringen Änderungsaufwand beim Einbau liegt, kann man gemäß Bild 16 Spannung und Lastverhalten des Transformators der vorhandenen Anlage testen. Liefert er wesentlich höhere Werte (besonders auch bei Belastung, Stellung 2 des Schalters), kann man ihn austauschen. Das setzt Sachkenntnis für den Netzanschluß voraus und darf nur in der eigenen Anlage geschehen, an die keine weiteren Teilnehmer angeschlossen sind. Das Verhalten der »ruhestromfreien« Variante hängt stärker von der Art der Betätigung des Klingelknopfes ab. Man sollte das vorher wissen und einschätzen, ob es stört oder ob man diesen Vorschlag den eigenen Ansprüchen gemäß nur als Ausgangspunkt für eigene Weiterentwicklungen sieht.

Nach Bild 15a wird der Generator, den der zugeordnete 6-V-Klingeltransformator ständig versorgt, mit der Taste von L her gestartet. Die bereits beschriebenen Vorgänge laufen ab, und am Ende des Durchlaufs ist das Start-Flip-Flop wieder in Bereitschaft. Bei Bild 15b dagegen ist die Anlage in den Pausen ohne Betriebsspannung. Sie wird erst durch den Klingelknopf zugeführt. Weniger als 1 s betätigt wohl niemand diesen Taster. Das reicht im allgemeinen aus, um einen Durchlauf lang die Mindestspannung in den Speicherkondensatoren zu halten. Das ist auch eine Frage des der Endstufe zugebilligten Stroms. Seine Höhe läßt sich mit dem Wert des Vorwiderstands zum Lautsprecher beeinflussen.

Nun soll aber der Generator bei Anlegen der Spannung in dieser Betriebsart nicht einfach bei irgendeinem Ton beginnen, sondern auf jeden Fall immer beim 1. Sehr kurze Betätigungszeiten sollen sich höchstens in einem unvollständigen Durchlauf äußern. (Praktisch bleibt das System dann wegen bereits zu geringer Spannung bei einem beliebigen Ton stehen und »läuft aus«.) Wird die Taste länger gedrückt, bleibt es dennoch auf Grund des Wirkmechanismus der Startschaltung bei nur einem Durchlauf. Es geht also um einen definierten Start. Man erreicht ihn mit der Hilfsschaltung nach Bild 15b. Ihr Aufwand hängt teilweise mit den Zeitkonstanten der Aufladung im Hauptkreis zusammen. So sorgt die Startschaltung nicht nur dafür, daß das Flip-Flop die nötige L-Spannung für das Kippen in Stellung »Taktfreigabe« erhält, sondern es wird auch *U2* für den *U 106 D* schnellstens bereitgestellt.

4.11. 15 Töne durch doppelten Aufwand

»Doppelt« ist in diesem Fall etwas übertrieben. *U 106 D, SMY 50* und *B 555* sowie auch das Netzteil reichen weiterhin. »Verdoppeln« muß man nur *U 710 D, U 711 D* und die Anzahl der Potentiometer – im ganzen unter Amateurtyp-Bedingungen eine Sache von weit weniger als 10 M. Im Grunde läßt sich diese Lösung im Vergleich mit Bild 12 aus Bild 9b ablesen.

15 Tonschritte bieten insofern auch mehr Möglichkeiten, als man Leerschritte einfügen oder durch Zusammenfassen von Ausgängen (sauberer aber durch Abgleich von 2 benachbarten Stufen auf gleiche Tonhöhe) auch doppelte Einzeltonlängen vorsehen kann. Für diese Schaltung wurde aus eingangs

genannten Überlegungen heraus keine eigene Leiterplatte entwickelt. Dagegen dürfte es leichtfallen, eine nur die zusätzliche Schaltung tragende Zusatzplatte aus einer 2. Leiterbildfolie zu Bild 12 abzureiben und zu ätzen. Man setzt sie dann über die 1. und verbindet sie über 8 Leitungen mit der Hauptplatte. Die Anschlußstellen lassen sich leiterseitig leicht ermitteln, da sie in 6 von 8 Fällen die gleiche Lage wie auf der Zusatzplatte haben.

4.12. Umschaltbare Tonfolge

Wer den Wechsel liebt, kann auf ähnliche Weise seine Platte im Sinne von Bild 17 erweitern. Aber auch in anderem Zusammenhang ist diese 2. Melodie sinnvoll. Etwa dann, wenn ein versteckter 2. Taster das Umschalten steuert (z. B. mit Relais), so daß sich Eingeweihte mit diesem Signal zu erkennen geben können.

Der 2. Decoder läßt sich aber auch gemäß Bild 18 oder auf ähnliche Art zur zusätzlichen optischen Signalisierung heranziehen, entweder gemeinsam mit der Tonfolge oder statt ihrer. Bringt man die optischen Signalquellen (Lampen oder Leuchtdioden) dabei z. B. im Blickfeld des Fernsehempfängers an oder beim Kopfhörer-Stereohören im Sichtbereich, so läßt sich das Klingeln kaum »übersehen«. Man muß in Bild 18 nicht mit jedem Ausgang einen Schalttransistor steuern, im Extremfall genügt einer. In diesem Falle wird der 2. Decoder überflüssig. Ein Blinktakt läßt sich nämlich bereits aus dem Taktgenerator selbst ableiten. Bild 19 reicht diesen Vorschlag gewissermaßen nach, der sich schon auf die Grundlösung nach Bild 12 anwenden läßt. Mit einem Leistungsverstärker versehen, ergibt das bei Bedarf sogar eine optische Klingel für Hörbehinderte, die aber ebensogut einfach nur nachts statt der akustischen Signalisierung eingesetzt werden kann. Wer es noch heller wünscht, kann bei entsprechend langsam gestelltem Durchlauf auch z. B. vom 1. und vom 7. Ausgang in der Lösung mit einem 2. Decoder 2 Blitze steuern. Die Zeitspanne ist im allgemeinen für das Nachladen erforderlich. Dieser Vorschlag sei als Anregung für Fortgeschrittene verstanden, denn seine Realisierung erfordert einiges »Koppelinterface« und die Kenntnis der Sicherheitsbestimmungen beim Umgang mit hohen Spannungen.

5. Sensororgel

Titelgemäß ist auch dies eine Spielerei. Sie zeigt aber die Möglichkeiten, die hochohmige MOS-Technik bietet. Geht man wiederum von Bild 12 aus, so steht dort noch ungenutzt die Paralleleingabe zur Verfügung. Die Eingänge e1 bis e8 des *U 710 D* liegen beim Melodiegenerator an Masse. Benutzt man nun genau diese Eingänge statt des seriellen Eingangs e_s, läßt sich jeder Ton direkt und unabhängig vom vorangegangenen ansteuern. Er bleibt so lange stehen, bis ein anderer ausgelöst wird. Um das zu umgehen, genügt ein »Leerkanal«, sozusagen eine »Space«-Taste. Die Bedienung wird dadurch kaum komplizierter. Es empfiehlt sich, dafür e1 zu benutzen, denn der ihm am Decoder zugeordnete Ausgang a1 wird bei Einschalten der Betriebsspannung automatisch aktiviert. So vermeidet man, daß das Einschalten bereits zu einem Ton führt, denn das dürfte meist nicht erwünscht sein. Eingangsseitig muß man den Schaltkreis vor hohen Energien schützen. In Kleinspannungsanwendungen wie der vorliegenden genügt dazu die in Bild 20 gewählte Widerstandsdimensionierung. Auch dieses Gerät läßt sich unter Ausnutzen des Leiterbilds für den 7-Ton-Generator aufbauen. Wegen der jetzt einzeln zugänglichen Paralleleingänge und der nötigen Eingangsbeschaltung empfiehlt es sich, gemäß Bild 21 vorzugehen. Wer Sensortasten wegen ihrer von der Leitfähigkeit der Fingerkuppen bestimmten Funktionstüchtigkeit nicht gern benutzt, kann mit dieser Schaltung dennoch etwas Sinnvolles anfangen. Auch mit einfachen Tastenkontakten, die man statt der Sensorflächen leicht auflöten kann (z. B. Anschlüsse verbrauchter *RZP2*-Akkumulatoren), ist der spezielle Effekt dieser Schaltung erreichbar. Er besteht ja darin, daß der einmal angewählte Ton so lange erklingt, bis entweder eine andere Taste berührt wird oder bis man die »Space«-Taste betätigt. Das wäre bei direkter Eingabe in den Tongenerator (siehe Notentafel) nicht möglich. Man kann sich für dieses Verhalten ebenfalls einige auch außerhalb des spielerischen Musizierens liegende Einsatzfälle vorstellen.

Zu »Spielen mit Licht« gelangt man mit dieser Gruppe von Schaltungen schließlich – wenn das auch über den vorliegenden Bauplan hinausgeht – durch Nachsetzen von Leistungsausgängen statt der Tongeneratorpotentiometer, z. B. in der schon weiter vorn angedeuteten Art.

6. Scherzgenerator

Die Anregung zu dieser Schaltung (Bild 22a) hat einer der Autoren aus der SR Rumänien mitgebracht, wo sie sich als »Fahrradklingel« großer Beliebtheit zu erfreuen scheint. Man braucht jedoch nur an den einzelnen, reichlich vorgesehenen Stellpotentiometern etwas zu spielen, um ganz andere Töne, unheimliche Geräusche oder auch beruhigendes Piepsen zu erzeugen. Die Schaltung kann schnarren, brummen, in vielen Tonarten heulen und pfeifen, aber auch zirpen oder mit Ultraschall Fledermäuse und Hunde verunsichern. Aber bitte mit der Ausgangsleistung im Rahmen bleiben – Belästigungen der Umgebung sind nicht gestattet!

Je nachdem, wie viele Bekannte sich für diesen Muntermacher interessieren, wird damit wohl die Bastelkiste etwas von »diskreten« Bauelementen erleichtert werden, denn dafür eignet sich fast jeder Transistortyp. Notfalls »strickt« man auch alles auf pnp um. Nur Vorsicht in der Endstufe – immer schön unter P_{Vmax} für den benutzten Typ bleiben, also streng auf $P_{\mathrm{Vmax}} > \frac{U_B^2}{4R}$ achten. R ist die Summe aller im Ausgangskreis (einschließlich Vorwiderstand in der Plusleitung) liegenden Widerstände.

Die Leiterplatte nach Bild 22b (Bestückung: Bild 22c) ist ein Vorschlag für viele Möglichkeiten. Speisequelle nach Belieben – von 4 × *R6* bis zum Kfz-Akkumulator oder (stationär) bis zum Klingeltransformator, dessen Name hier wieder einmal mehr seine Berechtigung hat.

7. Vogelscheuche

Die Szene wandelt sich – der Lärm bleibt. Diesmal sowohl moderner wie konkreter. Anlaß gleichzeitig, von der betagten MOS-Technik über den klassischen Transistor nun zur modernen CMOS-Technik überzuwechseln. Auch dies wiederum mit wenig Aufwand. Die Amateurtypen der CMOS-Reihe sind äußerst preisgünstig. Beispiel: *S 40098 D*. Intern ist dies ein schon relativ komplexer Schaltkreis, nach außen aber wirkt er wie ein einfacher Inverter. Allerdings 6mal auf einem Chip (Bild 23). Für die Anwendungsschaltung soll daher die vereinfachte Darstellungsweise reichen. Daß sich die Ausgänge über die Eingänge 1 (für die oberen 4) und 15 (für die unteren 2 Inverter) auch in einen hochohmigen Zustand versetzen lassen, interessiert für die folgende Anwendung nicht. Man legt diese Eingänge an Masse.

Nach Bild 24 kann man 3 Generatoren aus einem Schaltkreis gewinnen. Ähnlich dem Scherzgenerator in diskreter Technik ist mit einer solchen Kombination »fast alles drin«. Benutzt wurde sie jedoch recht konkret: gegen Vögel und für Kirschen; unblutig, aber laut. Die Wirkung endet, wenn sich die fliegenden Räuber daran gewöhnt haben, wenn die Batterie leer ist oder wenn es dem Nachbarn zu laut wird. Man sollte all das voraussehen und darum von vornherein nur eine kleine Ausgangsleistung projektieren, wie im Beispiel. Ein mögliches Leiterbild ist in Bild 24 enthalten.

8. Töne ohne Ruhestrom

Was im vorangegangenen Abschnitt noch nicht angesprochen worden ist, macht einen wesentlichen Vorzug der CMOS-Technik aus. Mit der MOS-Technik hat sie zunächst den Nachteil der Empfindlichkeit gegen elektrostatische Ladungen, gemeinsam dafür aber auch den Vorteil, mit hohen Widerständen und kleinen Kapazitätswerten gewohnte Wirkungen neu zu realisieren. Der MOS-Technik gegenüber bietet sich jedoch ein gravierender Vorzug: Sofern jeder Eingang ein definiertes Potential hat, je nach Schaltung möglichst nahe an positiver Betriebsspannung oder an Null, fließen nur geringe Ströme. Ideal sind sie sogar zu vernachlässigen. Die Komplementärstruktur steht dafür. Bei H am Eingang ist der untere, bei L der obere MOS-Transistor leitend. Der jeweils andere sperrt. Ohmsche Lasten führen selbstverständlich zu entsprechenden Strömen. Ein Widerstand gegen Plus bedingt Strom in den unteren Transistor, wenn der Ausgang auf L liegt; ein Widerstand gegen Masse »zieht« Strom aus dem oberen Transistor, wenn der Ausgang H führt. Je kleiner R, um so weniger gut bleibt es dabei bei H, weil der Kanalwiderstand die Spannung teilt.

Innerhalb eines CMOS-Systems, wo nur CMOS-Eingänge an CMOS-Ausgängen liegen, geht es dagegen um Spannungen (fast) ohne Strom. Das ändert sich, wenn – etwa am Schaltungseingang – nicht genau genug Masse- oder Betriebsspannungspotential anliegt. H und L sind in einem gewissen Bereich der Betriebsspannung zugelassen. Man sollte diese zulässigen Grenzen aber möglichst nie ausnutzen, wenn es um kleinsten Ruhestrom geht. Ziemlich bald (bei 5 V Betriebsspannung schon bei wesentlich unter 1 V Differenz der Eingangsspannung zu Masse oder U) leiten nämlich beide Transistoren. Der entstehende Querstrom ist (mindestens) unschön. Energie wird aber unvermeidlich in Wärme umgesetzt, wenn eine CMOS-Schaltung arbeitet, also z. B. schwingt, jedenfalls öfter aber ihre Pegel wechselt. Doch wer leistet schon etwas ohne Betriebsenergie!

Jedenfalls fällt es mit CMOS-Technik leicht, auch ruhestromfreie Melodiegeneratoren herzustellen, die dennoch in einem definierten Anfangszustand auf ihren »Auftritt« warten. Daß sie dabei einen ziemlich großen Betriebsspannungsbereich akzeptieren, kommt ihren Einsatzmöglichkeiten entgegen. Zum Zeitpunkt der Manuskripterarbeitung war das tatsächlich im Amateurbedarfshandel erhältliche CMOS-Sortiment noch auf wenige Typen beschränkt. Schieberegister beispielsweise zu beschaffen war noch nicht ganz einfach. Auch auf 1-aus-10-Decoder traf das zu. Schieberegister lassen sich aber auch aus einzelnen Flip-Flop zusammensetzen. 2 davon sind jeweils in einem *4013* (D-Typ) bzw. in einem *4027* (JK-Typ) enthalten. 7 Töne setzen also 4 dieser Schaltkreise voraus. Das erschien im Aufwand nun doch wieder etwas hoch, zumal es bei diesen 4 IS ja im Ganzen nicht bleibt. Man kann diese Überlegung jedoch weiter verfolgen, wenn der Aufwand keine Rolle spielt. Als sinnvollster Mindestaufwand sind 2 × V *4013 D* anzusehen, verknüpft durch einen V *4023 D*. Die Schaltung erzeugt 3 Töne hintereinander. Jeder Schaltkreis V *4013 D* mehr erweitert das Angebot um 2 Töne. Daß man dafür dennoch mit dem »Hilfsschaltkreis« V *4023 D* weiterhin auskommen kann, ergibt sich aus einem CMOS-eigenen Vorteil. Während bei TTL ein richtiges L am Eingang bereits fragwürdig werden konnte, wenn man gezwungen war, eine nach Masse gelegte Diode dafür einzusetzen, ist CMOS dieser Maßnahme gegenüber viel toleranter. Zwar wird der Ruhestrom in diesem Falle etwas höher bleiben, doch geht es noch immer nur um Mikroampere. Außerdem trifft dieser kleine Schönheitsfehler um so weniger zu, je höher die Betriebsspannung ist. Aber selbst im unteren sinnvollen Bereich für einen solchen Melodiegenerator, also mit 4 V, entschärft ein wesentlicher Umstand dieses Problem: Um auch weiterhin alle Ausgänge (z. B. 7 für 7 Töne) auf die nur 3 Eingänge des *4023*-NAND führen zu können, wird dieses eingangsseitig mit Dioden »erweitert«. Solange mindestens eine von ihnen von dem betreffenden Ausgang auf L geschaltet wird, bleibt der Ausgangspegel des Gatters auf H. Für 4 V Betriebsspannung als Untergrenze sollte man aber möglichst unter 0,5 V für L bleiben. Da die Durchlaßspannung einer Siliziumdiode vom fließenden Strom abhängt, kann man diese 0,5 V bei den gegebenen Verhältnissen als Höchstwert an der Diode tatsächlich erwarten. Daß überhaupt ein Strom fließt, ist auf die Forderung nach stets eindeutigen Pegeln an CMOS-Eingängen bedingt. Sie zwingt zu einem an den erweiterten Eingang gegen Plus gelegten Widerstand, denn der CMOS-Eingang ist ja praktisch ein Kondensator ohne Gleichstrompfad. Der Wert dieses Widerstands darf allerdings recht hoch sein, so daß die Diode tatsächlich mit nur wenig Flußspannung reagiert, eben um 0,5 V. Dagegen darf man einen solchen erweiterten Eingang nicht außerdem noch direkt mit einem Ausgang verbinden. Dieser würde, wenn er auf H liegt, relativ niederohmig einen Strom durch die Diode treiben, wenn der an der Diode liegende andere Ausgang gerade L führt. Insgesamt sollen diese Ausführungen als Anregungen verstanden werden, wie man mit neuen Mitteln bekannte Lösungen günstiger gestalten kann. Mehr dazu bei entsprechender Sachlage später in einem anderen Zusammenhang. Auch darum, weil inzwischen beim Herausgeber eine einfache 7-Ton-CMOS-Schaltung noch wesentlich kleineren Gesamtaufwands entstanden ist, soll es diesmal bei diesen Andeutungen bleiben. Mehr dazu, wenn die dazu nötigen IS ausreichend angeboten werden.

9. Das »typofix«-Problem

Seit nun 20 Bauplänen, also über fast 7 Jahre, hat der Leser die Möglichkeit, die gebotenen Leiterbilder fertig zu beziehen und auf Kupferfolie zu übertragen. Das war anfangs nicht immer ganz problemlos. Der Hersteller hat inzwischen viel getan, um diese Haftdruckfolie speziell für die Besonderheiten der Leiterplattentechnik anzupassen. Wer von Anfang an dabei war und dabeigeblieben ist, wird es bestätigen: Es gibt kaum noch Ärger beim Übertragen – man muß sich schon sehr ungeschickt anstellen.

Auch poröse Schichten gehören der Vergangenheit an. Nur bei sehr großzügiger Verarbeitung wird man ätzresistente Ränder außerhalb der Leiterzüge erhalten. Bei der Gestaltung der Leiterbilder haben auch unsere Zeichner dazugelernt: So breit wie nötig lautet der Grundsatz, und so viel abdecken, wie es sinnvoll ist, um Ätzmittel zu sparen. Weder heftiges ständiges Bewegen noch unbekümmertes Zwischenspülen oder unnötig langes Ätzen bekommt allerdings dem Endprodukt. Und je besser man die Hinweise zur Kantenstabilisierung (Gummirollenquetscher!) und selbstverständlich auch zur vorhergegangenen Oberflächenbearbeitung beherzigt hat, um so weniger wird es Nacharbeit geben.

So weit, so gut. Für neue Folien (fast) keine Probleme – doch 7 Jahre bedeuten auch im Extremfall bis zu 7 Jahre alte Folien – beim Amateur, aber vielleicht bisweilen auch noch im Handel(?). Auch Jahreszahlen auf den Blättern schützen außerdem nicht vor Temperaturschocks während der Lagerung (vor allem »nach oben hin«, besonders in sonniger Lage!). Im Wechselspiel dieser Faktoren und Erfahrungen sind typofix-Folien nicht in allen Bezirken präsent. Wohin mit den zahlreichen Typen – es werden ja immer mehr...

Leserzuschriften beweisen, daß es so ist und daß es die »typo-Fans« nicht gerade begeistert. Einen Ausweg wissen wir leider auch nicht. Unsere (negativen) Erfahrungen gehen noch weiter: Werden zu einem Bauplan 2 Blatt geboten, so geht die Bestellmenge je Blatt automatisch fast auf 50 % zurück. Mindermengen aber kann man dem Hersteller kaum zumuten.

Daher entsteht derzeit zu jedem Bauplan nur noch jeweils 1 Blatt Folie, auch wenn dadurch bisweilen nicht alles erfaßt wird, was der Autor dem Anwender bieten möchte. Als Ausweg zum völligen Selbst-Nachvollziehen bleibt schließlich immer noch das 1:1-Leiterbild. Die früher bisweilen – auch aus Platzgründen – geübte Praxis, die Leiterbilder nur im Bestückungsplan spiegelbildlich wiederzugeben und im übrigen auf die Allgegenwart der Folie zu bauen, mußte daher wieder aufgegeben werden.

So ist nun die bewährte Bauplanart wieder gewahrt, ob mit (hoffentlich) oder mancherorts (leider) ohne arbeitserleichternde Folie. Zum Manuskriptzeitpunkt waren mit der gerade ausgelieferten Folie zum Bauplan 54 folgende RFT-Amateur-Einzelhandelsgeschäfte »im Spiel« (alphabetisch geordnet, allerdings mit sehr unterschiedlichen Mengen): Berlin, Dresden, Erfurt, Karl-Marx-Stadt, Leipzig, Magdeburg, Schwerin.

Bisher gehörte auch der Konsum-Elektronik-Versand Wermsdorf zu den stabilen Abnehmern. Nur empfiehlt es sich nicht, dort lediglich ein einzelnes Blatt zu bestellen, da das den Bearbeitungsaufwand nicht rechtfertigt.

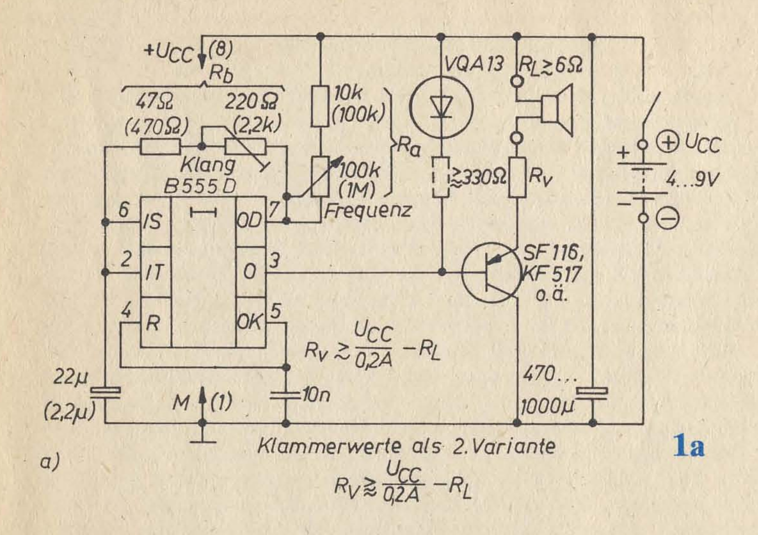
Tabelle 1
Frequenztabelle und Festwiderstandswerte der Notentafel für $C = 2 \times 10$ nF, Stellwiderstände 47 kΩ, $R_a = 10$ kΩ

Ton	f in Hz	$R_{b\,fest}$ in kΩ
c^1	261.6	100...110
d^1	293.7	91
e^1	329.7	82
f^1	349.2	68...75
g^1	392	62
a^1	440	51
h^1	493.9	39...43
c^2	523.2	39

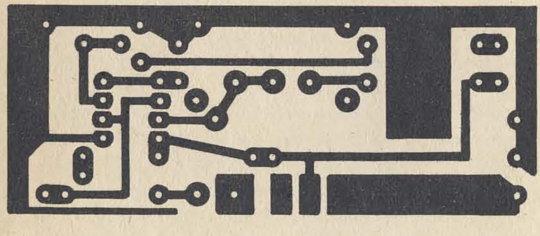
Tabelle 2 Wahrheitstabelle des *U 711 D*

Zustand [1]	Eingänge *U 711 D* von Ausgängen *U 710 D* a1	a2	a3	a4	Ausgänge *U 711 D*: H an (übrige Ausgänge: L)
1	H	H	H	H	1
2	L	H	H	H	2
3	H	L	H	H	3
4	L	L	H	H	4
5	H	H	L	H	5
6	L	H	L	H	6
7	H	L	L	H	7
8	L	L	L	H	8

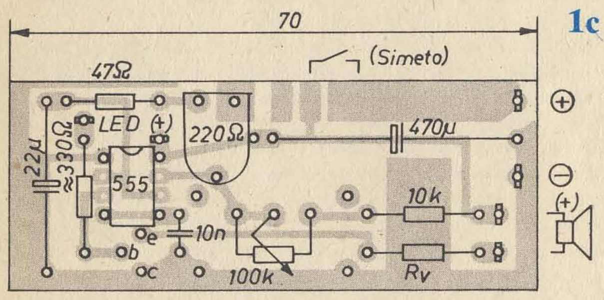
[1] L an Eingang des *U 710 D* mit dieser Nummer (Parallelbetrieb) bzw. Nummer des Zählschritts bei Taktbetrieb (seriell) (H an allen nichtgesteuerten Eingängen, d. h. Massepotential)



1a

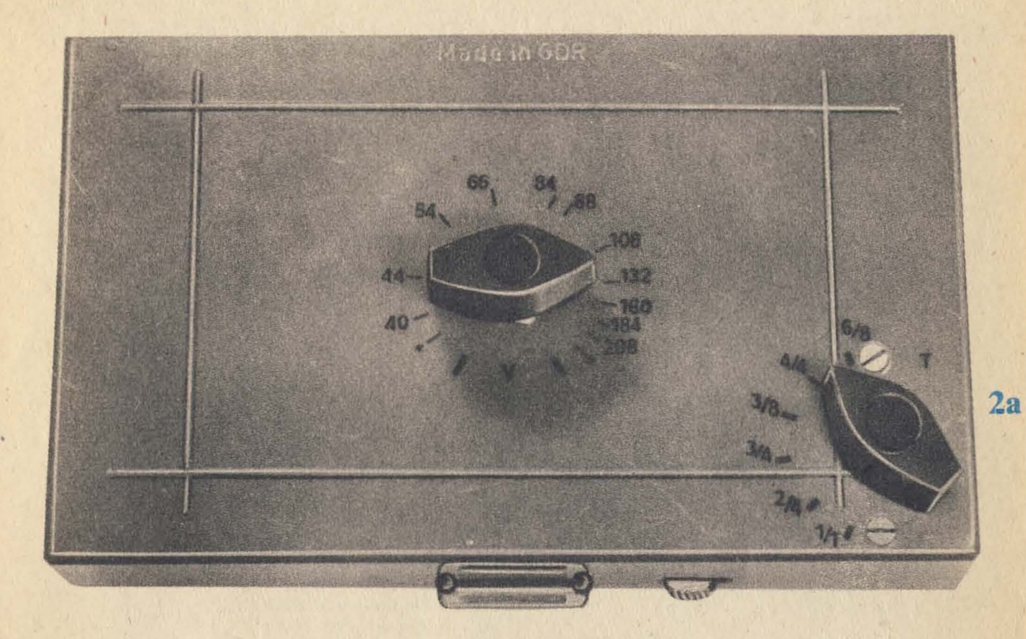


1b

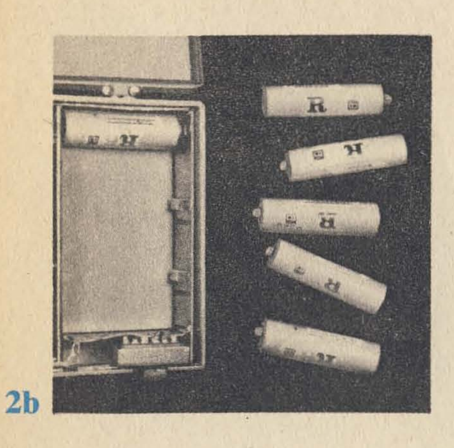


1c

Bild 1
Metronom mit akustischer und optischer Taktausgabe; a – Stromlaufplan, b – mögliches Leiterbild, c – Bestückungsplan zu b



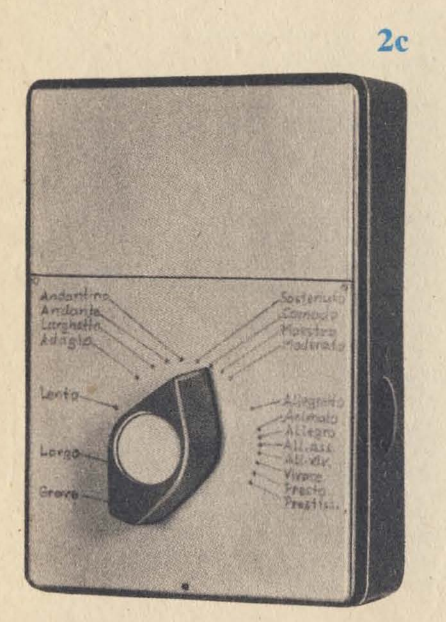
2a



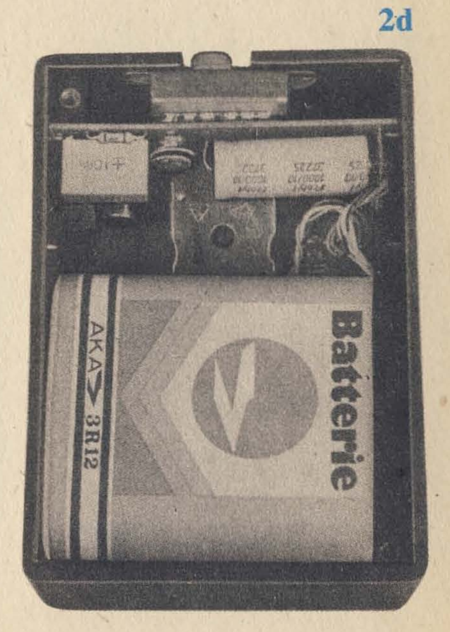
2b

Bild 2
Musteransichten von Metronomen nach Bild 1; a – Außenansicht in Plastbox, b – Vorschlag für Batteriekammergestaltung analog Bauplan 56, c, d, e – andere Gehäuselösung, noch bestückt mit für Neuentwicklungen nicht mehr zulässiger Flachbatterie

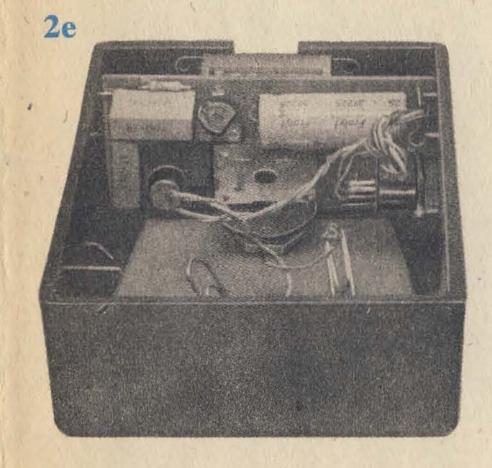
2c

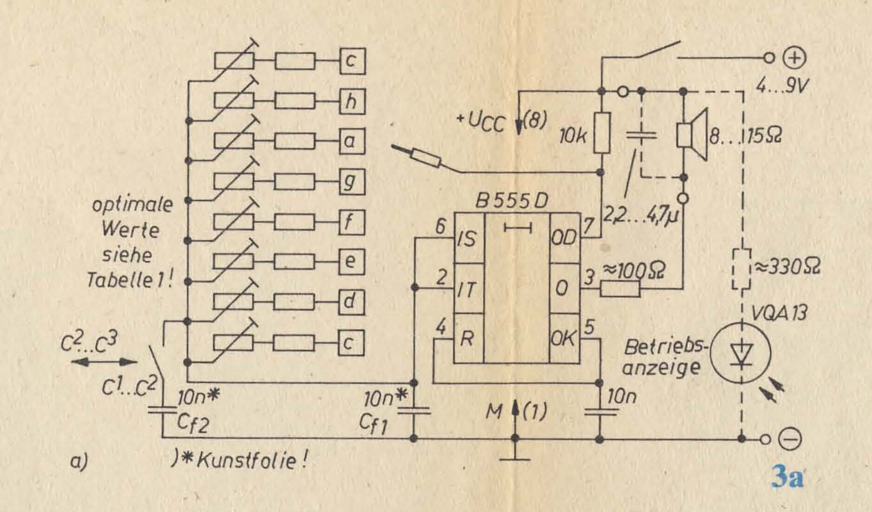


2d



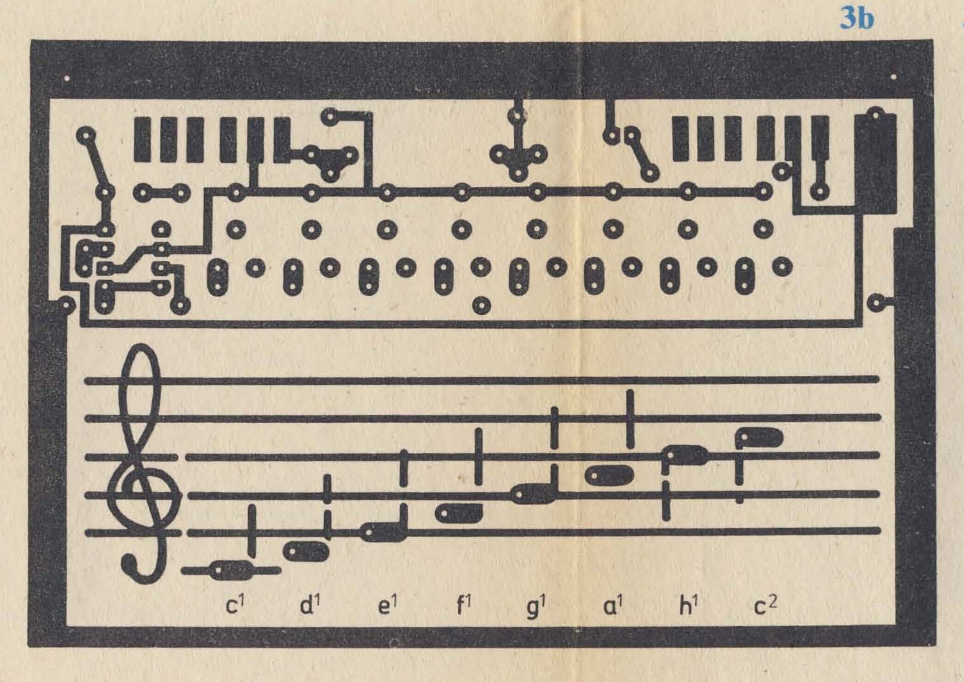
2e





3a

3b



3c

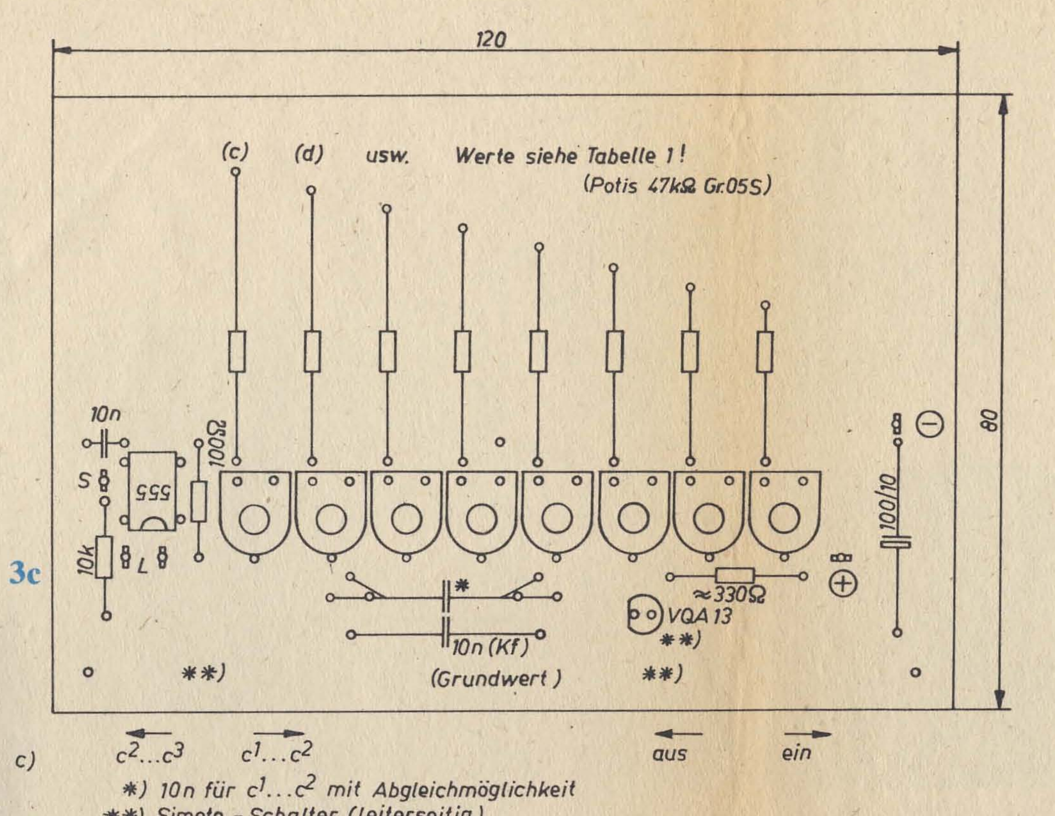
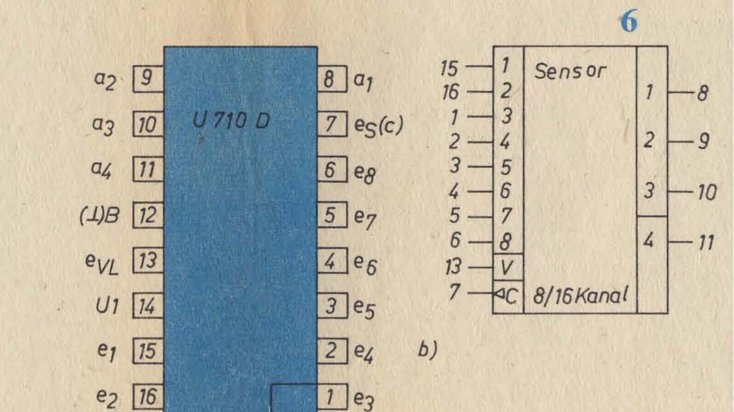


Bild 3
»Notentafel«; a – Stromlaufplan, b – Leiterbild zur Minimalvariante für 1 Oktave, aber umschaltbar auf 2. Oktave, c – Bestückungsplan

5

6



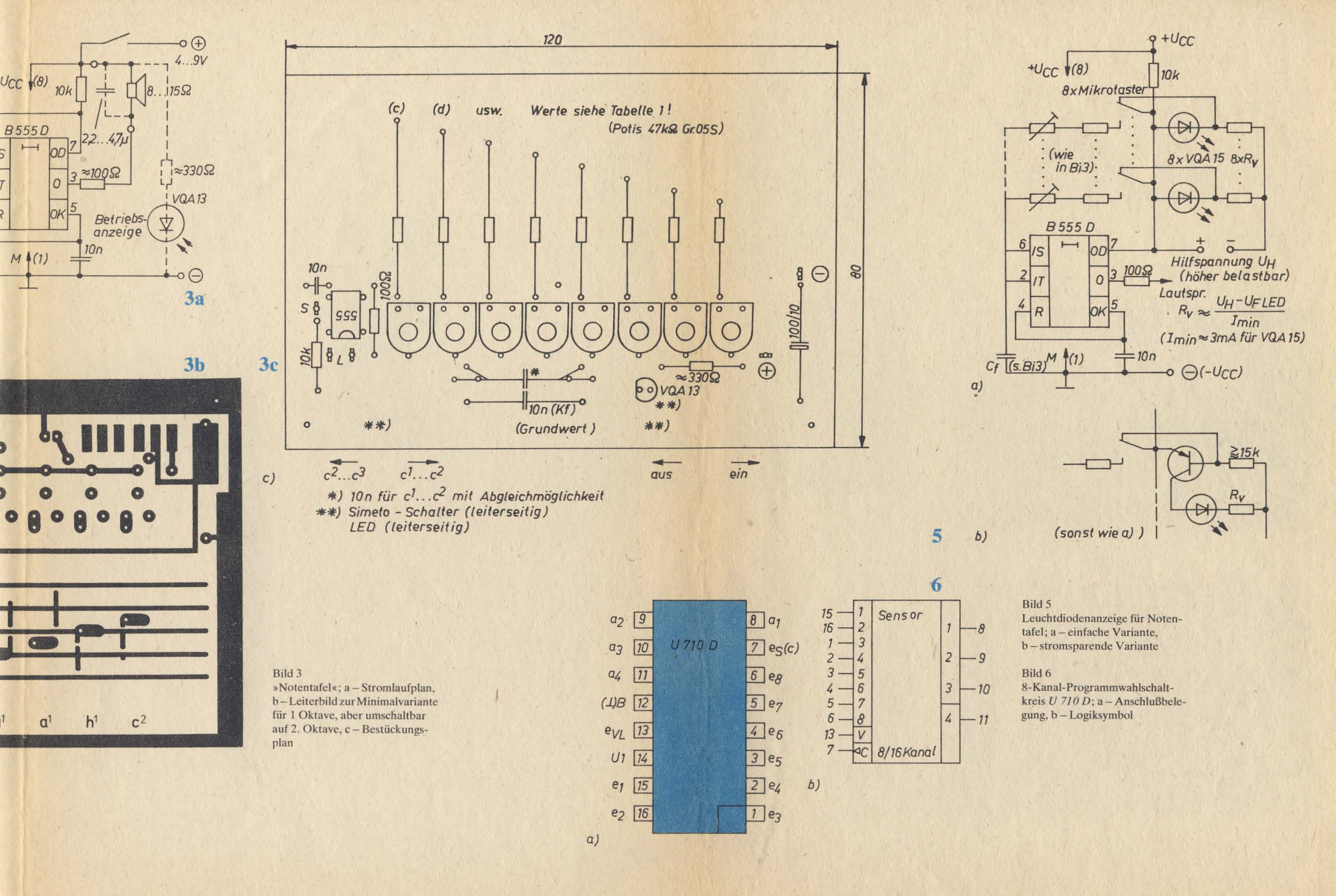


Bild 3
»Notentafel«; a – Stromlaufplan, b – Leiterbild zur Minimalvariante für 1 Oktave, aber umschaltbar auf 2. Oktave, c – Bestückungsplan

Bild 5
Leuchtdiodenanzeige für Notentafel; a – einfache Variante, b – stromsparende Variante

Bild 6
8-Kanal-Programmwahlschaltkreis *U 710 D*; a – Anschlußbelegung, b – Logiksymbol

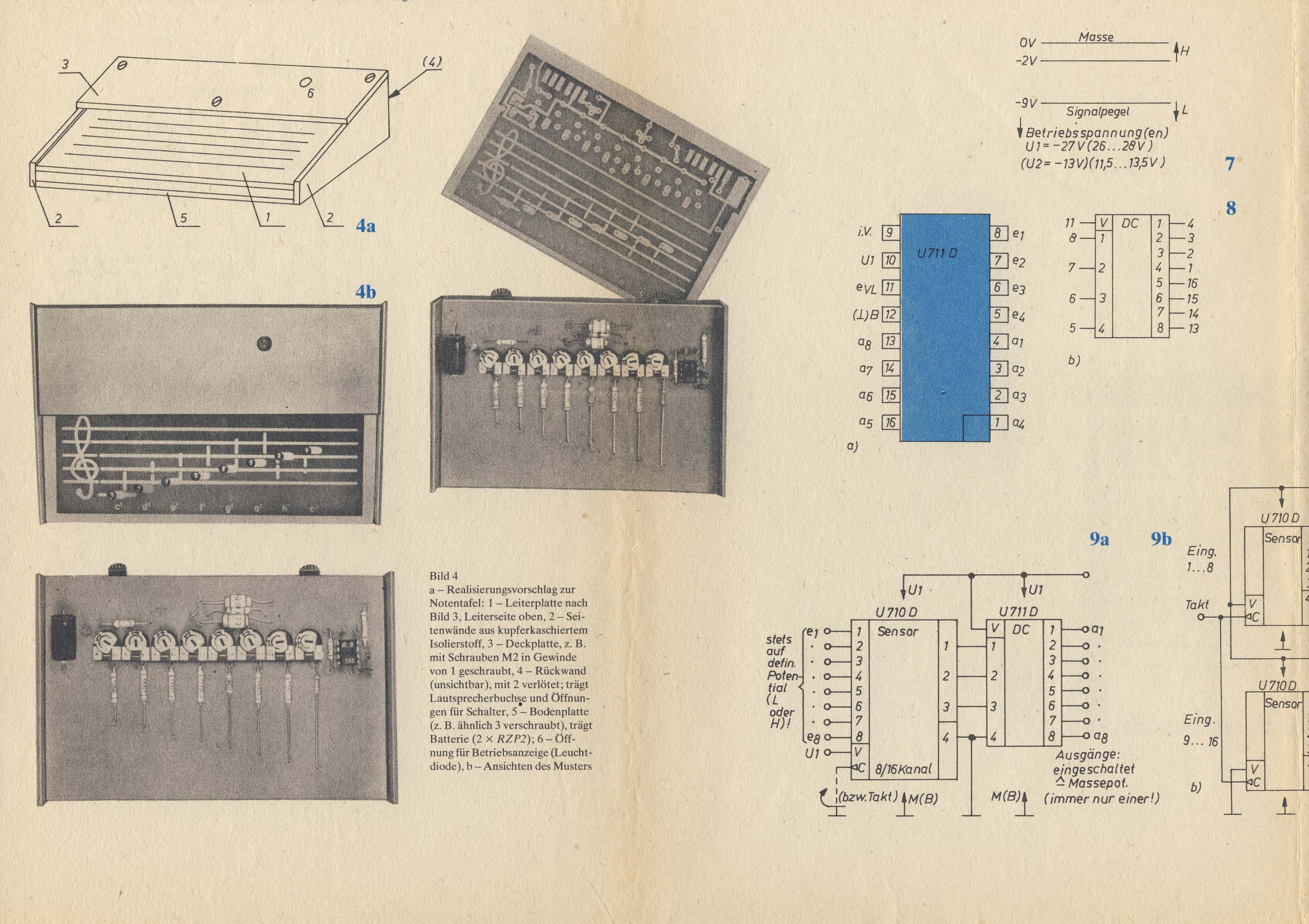


Bild 4
a – Realisierungsvorschlag zur Notentafel: 1 – Leiterplatte nach Bild 3, Leiterseite oben, 2 – Seitenwände aus kupferkaschiertem Isolierstoff, 3 – Deckplatte, z. B. mit Schrauben M2 in Gewinde von 1 geschraubt, 4 – Rückwand (unsichtbar), mit 2 verlötet; trägt Lautsprecherbuchse und Öffnungen für Schalter, 5 – Bodenplatte (z. B. ähnlich 3 verschraubt), trägt Batterie (2 × *RZP2*); 6 – Öffnung für Betriebsanzeige (Leuchtdiode), b – Ansichten des Musters

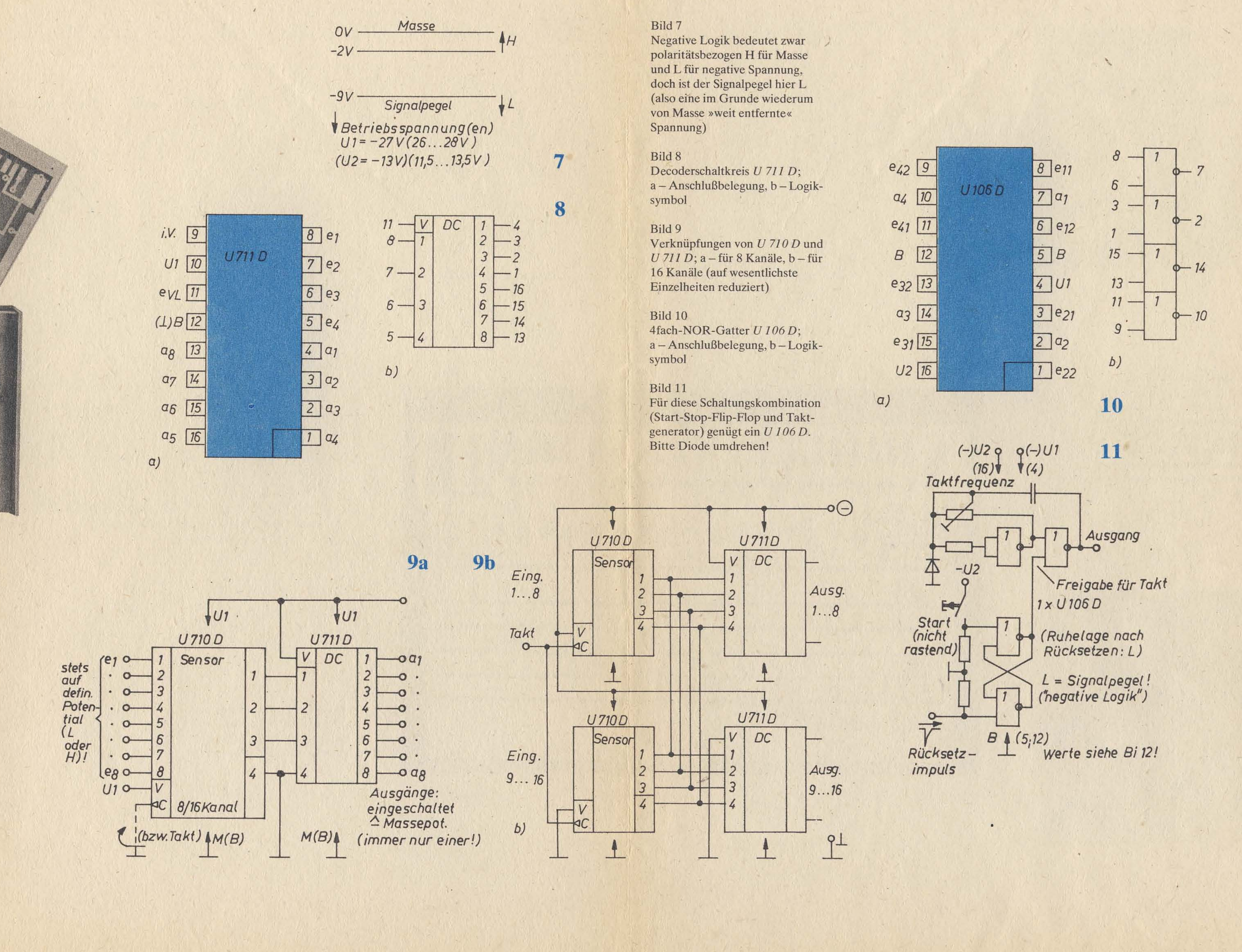


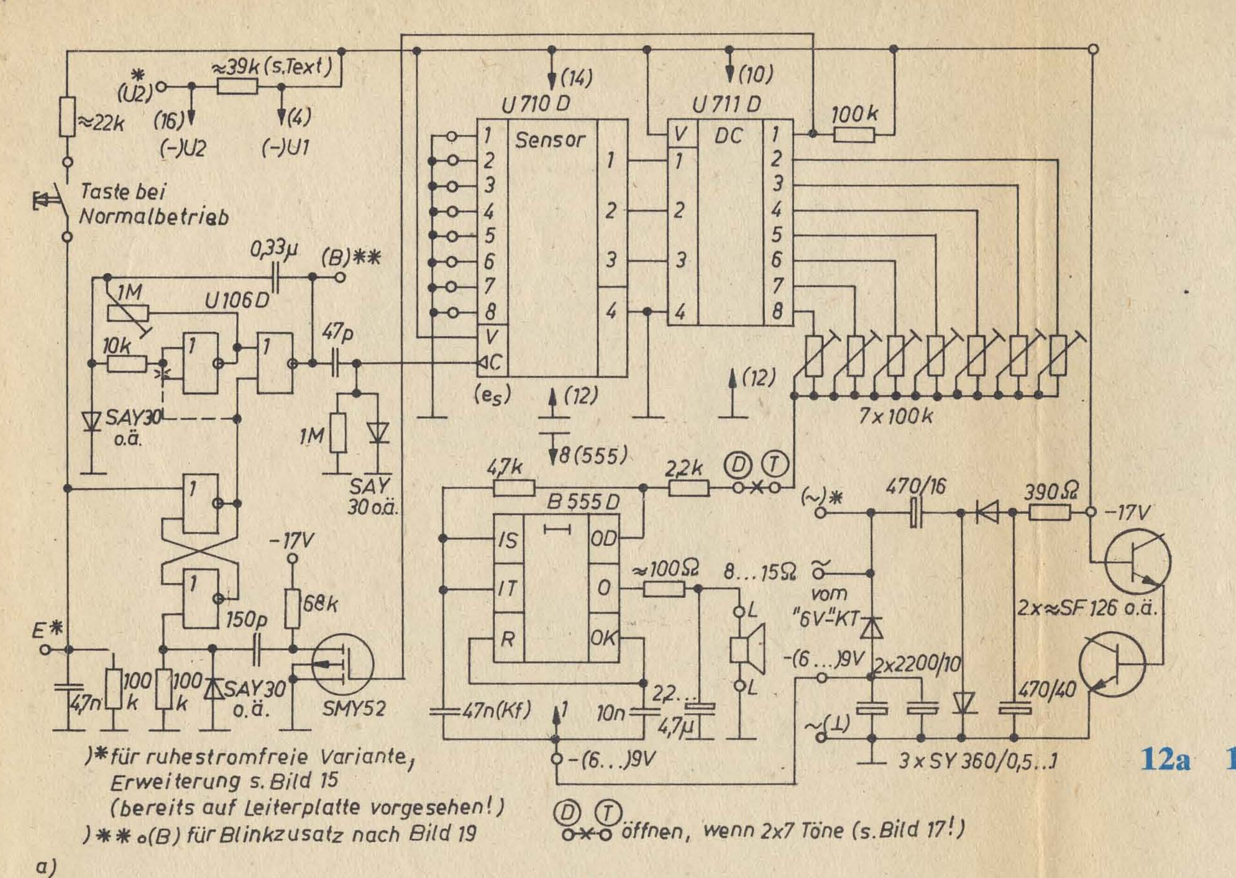
Bild 7
Negative Logik bedeutet zwar polaritätsbezogen H für Masse und L für negative Spannung, doch ist der Signalpegel hier L (also eine im Grunde wiederum von Masse »weit entfernte« Spannung)

Bild 8
Decoderschaltkreis *U 711 D*; a – Anschlußbelegung, b – Logiksymbol

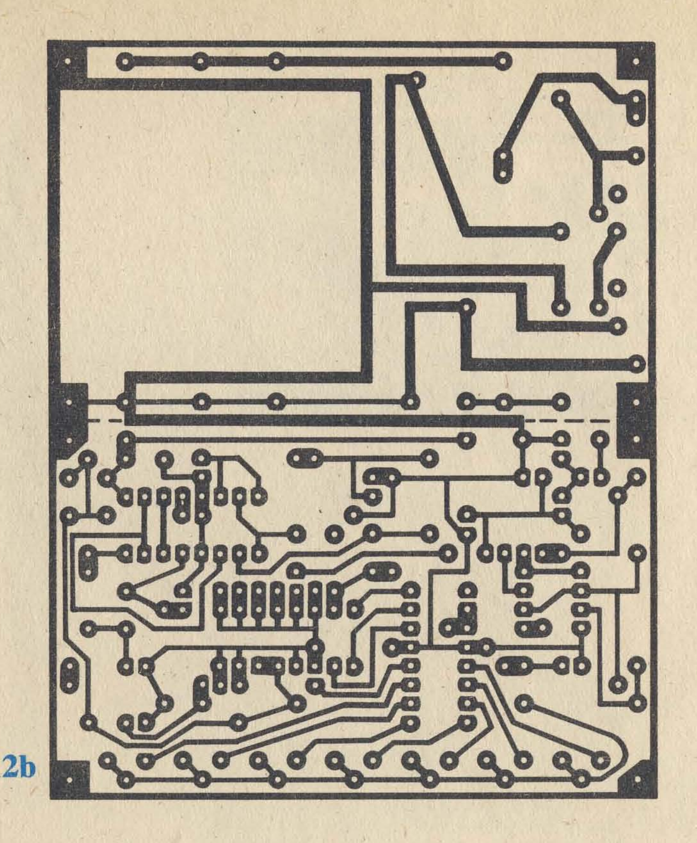
Bild 9
Verknüpfungen von *U 710 D* und *U 711 D*; a – für 8 Kanäle, b – für 16 Kanäle (auf wesentlichste Einzelheiten reduziert)

Bild 10
4fach-NOR-Gatter *U 106 D*; a – Anschlußbelegung, b – Logiksymbol

Bild 11
Für diese Schaltungskombination (Start-Stop-Flip-Flop und Taktgenerator) genügt ein *U 106 D*. Bitte Diode umdrehen!



12a



12b

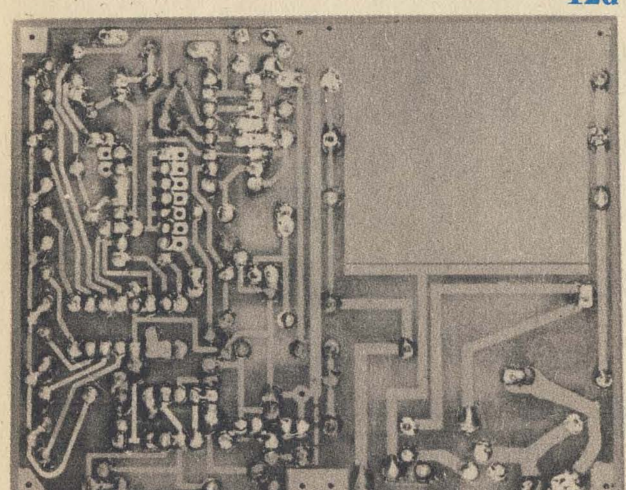
(~)* -17V 390Ω c b e 2x SF 126 c o.ä. b e (L) (6...) 9V 4,7k 47n 2,2k 7x100k

12c

c)

* e
**) Ta
***) 8

12d



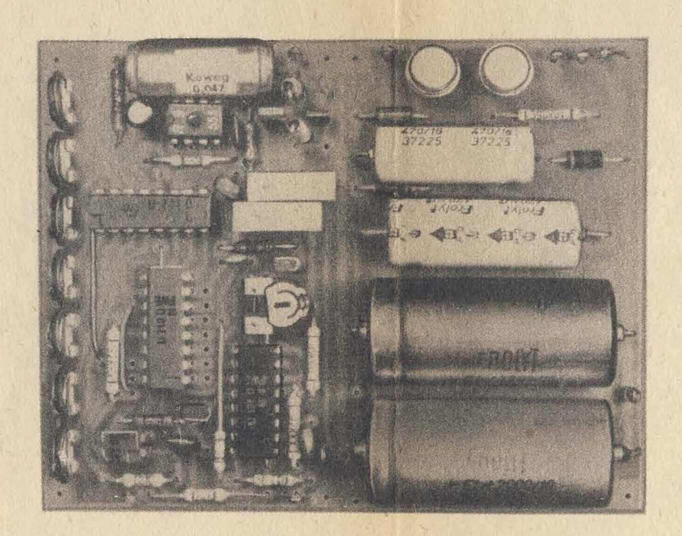
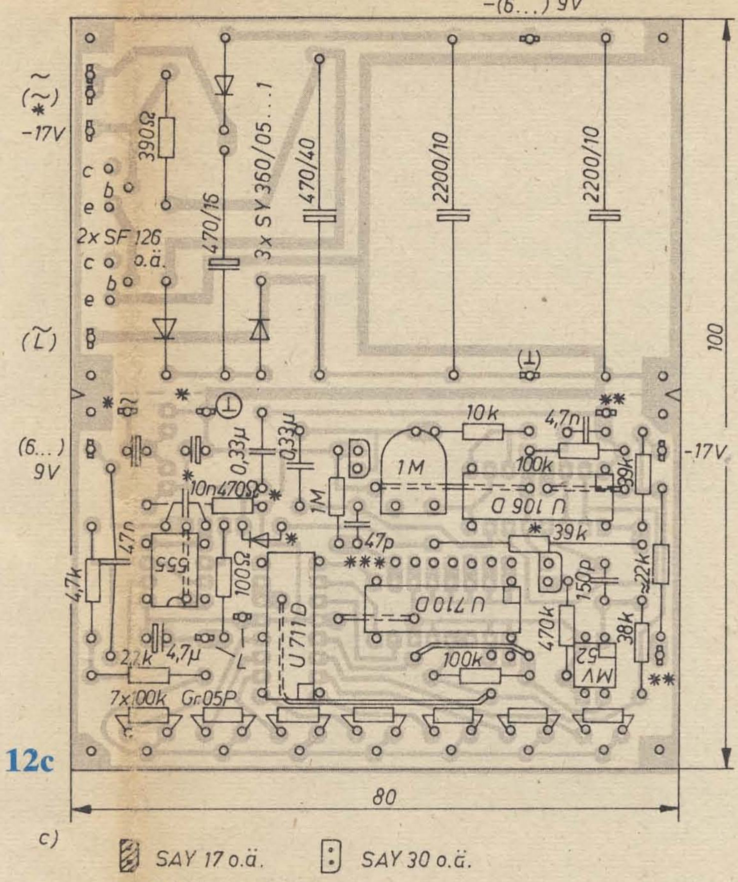


Bild 12
a – Gesamtstromlaufplan eines 7-Ton-Melodiegenerators mit MOS-IS, b – Leiterbild, c – Bestückungsplan, d – Musteransichten der bestückten Leiterplatte



12c

c)

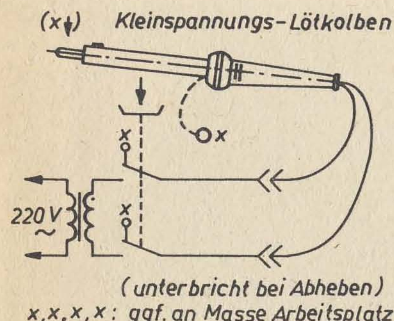
SAY 17 o.ä. SAY 30 o.ä.

*) entfällt bei Normalbetrieb

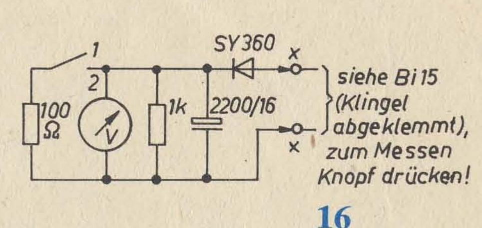
**) Tasteranschluß Normalbetrieb

***) 8 Eingänge für andere Zwecke (Sensoren) s. Text!

1. Auflage · © Militärverlag der Deutschen Demokratischen Republik (VEB) · Berlin, 1985 · Lizenz-Nr. 5 · Printed in the German Democratic Republic · Gesamtherstellung: Grafischer Großbetrieb Sachsendruck Plauen · Lektor: Rainer Erlekampf · Typografie: Helmut Herrmann · Redaktionsschluß: 20. April 1984 · LSV 3539 · Bestellnummer: 746 680 1 · 00100

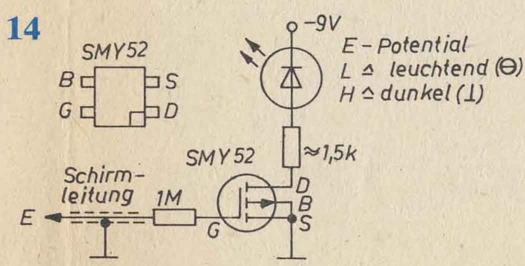


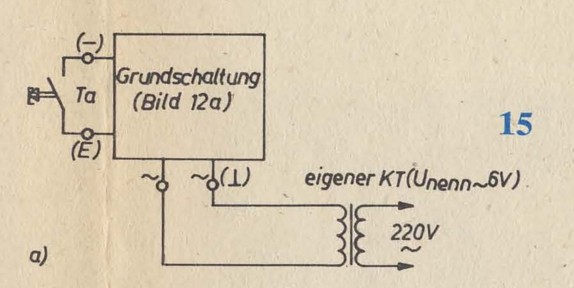
13



16

14





15

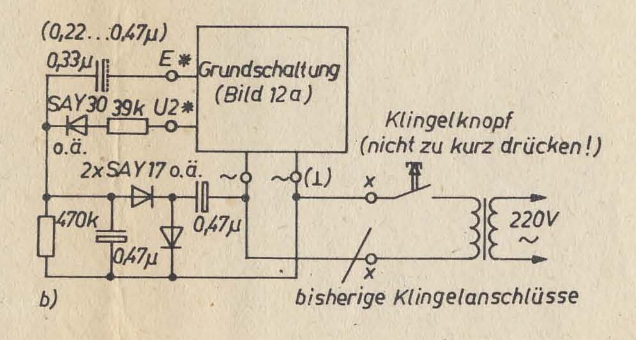


Bild 13
Lötkolbenableger, der den Stromkreis bei Benutzung 2seitig trennt (Sicherheitsvorschriften beachten, sinnvollerweise nur diese Niederspannungslösung anwenden!)

Bild 14
»Logiktester« für MOS-Schaltungen mit MOS-Transistor

Bild 15
a – »konventionell« (eingetaktetes System, ständig an Betriebsspannung, wartet auf Start),
b – Start durch Anlegen der Betriebsspannung (Generator wird einfach statt der bisherigen Klingel angeschlossen, U beachten!); Zusatzschaltung auf Leiterplatte zu Bild 12 bereits vorgesehen!

Bild 16
Kontrolle der Spannung der vorhandenen Klingelanlage; zur Messung Klingelknopf drücken! Bei Anzeige bis etwa 12 V Gleichspannung ist Schaltung b möglich, sonst Transformator ggf. wechseln lassen (Fachmann!). Es darf aber kein weiterer Teilnehmer an der Anlage liegen

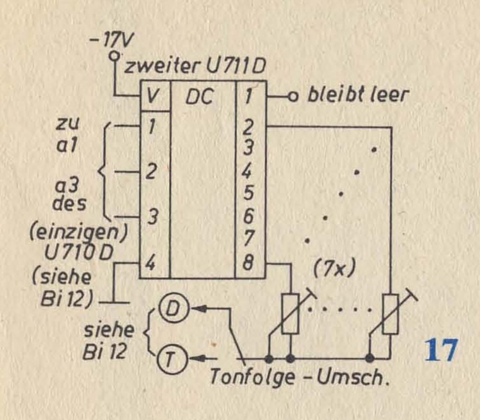
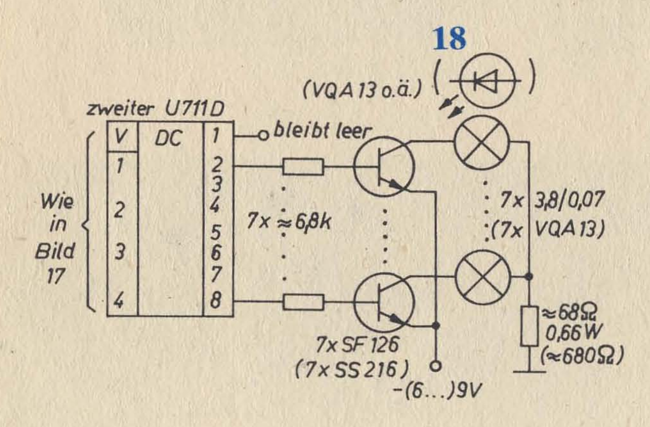
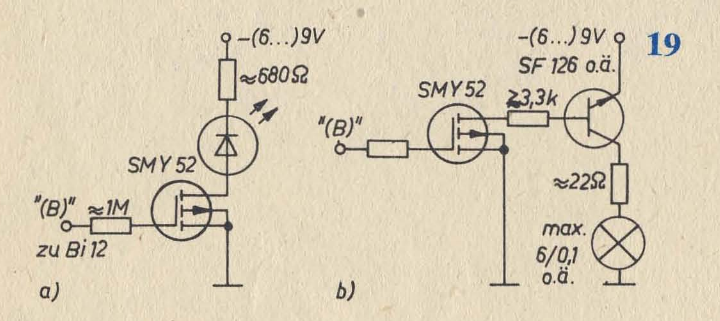


Bild 17
Umschaltbare Tonfolge erfordert diesen geringfügigen Mehraufwand

Bild 18
Vorschlag für andere Nutzung von 2. Decoder: Lauflicht-Blinker als optisches (Zusatz-) Signal mit 2 Varianten der Anzeige

Bild 19
Vorschläge für einfache Blinkzusätze zur Grundschaltung nach Bild 12; a – Leuchtdiode, b – Glühlampe (Belastbarkeit des Netzteils bildet Obergrenze für deren Leistung)





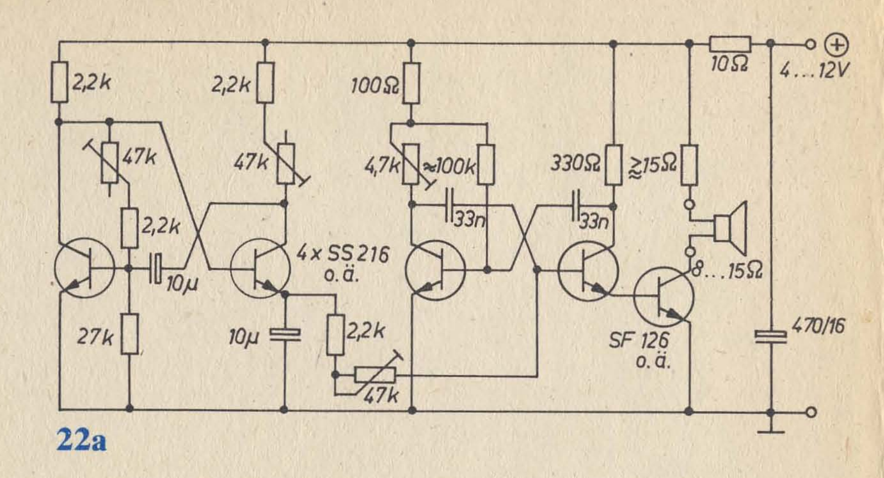


Bild 22
Diskret aufgebauter Scherzgenerator; a – Stromlaufplan, b – Leiterbild, c – Bestückungsplan (bei den Transistoren wurden Blech- und Plastgehäuseanschlüsse durch doppelte Kollektorlötaugen berücksichtigt!)

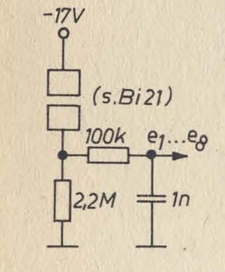
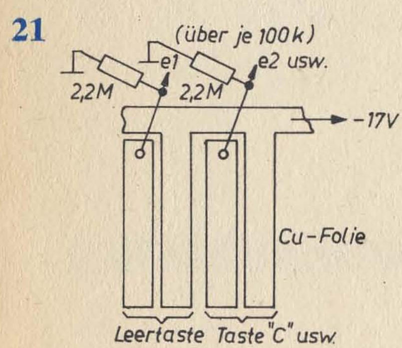
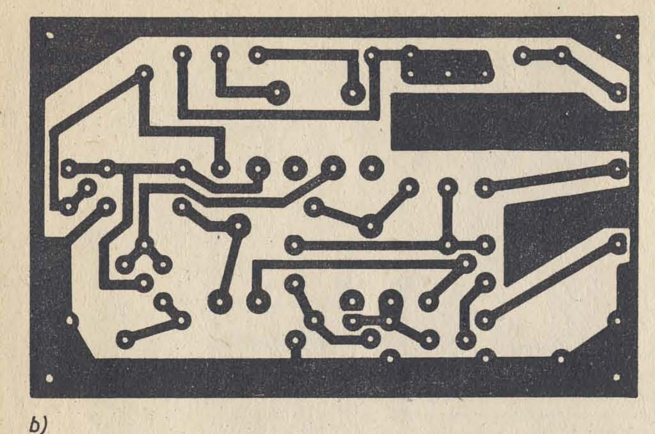


Bild 20
Sensororgelzusatz für Leiterplatte nach Bild 12 geeignet (vorgesehene Eingangslötaugen benutzen, Masseverbindungen von e1 bis e8 unterbrechen)

Bild 21
So lassen sich die Sensorflächen gestalten, wenn eine Tastatur nachgeahmt werden soll (Ausschnitt)





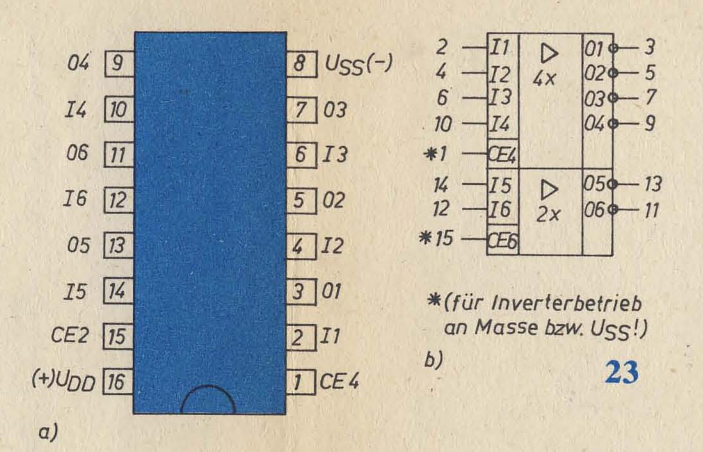
b)

22b

22c

c)

80



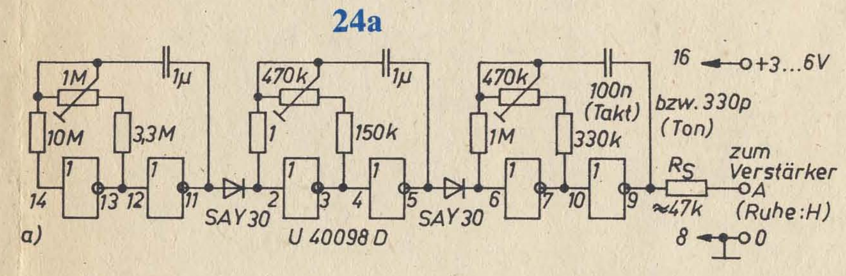
23

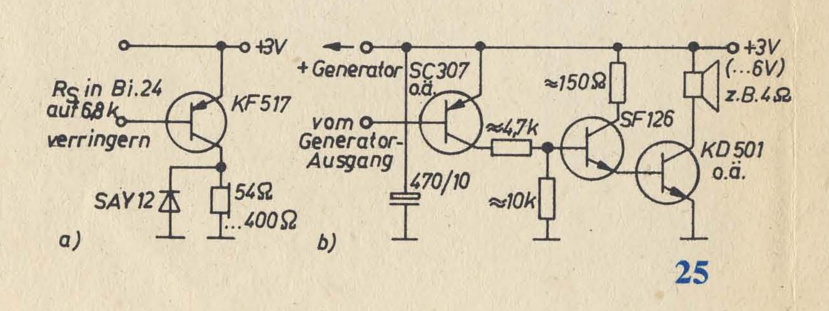
Bild 23
U bzw. *S 40098 D* als 6fach-Inverter mit Tri-State-Steuermöglichkeit; a – Anschlußbelegung, b – Logiksymbol

Bild 24
3fach-Generator zum »Abschrecken«; a – Stromlaufplan, b – Leiterbild, c – Bestückungsplan

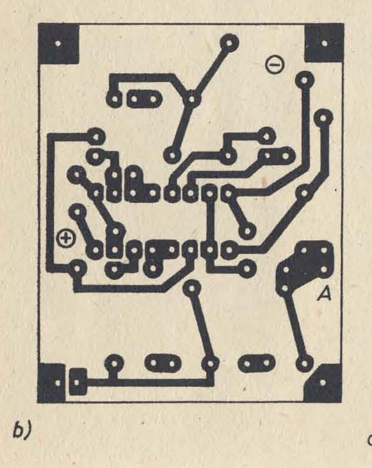
Bild 25
a – einfache Transistorstufe,
b – Leistungsaufnahme ≳ 2 W

24a



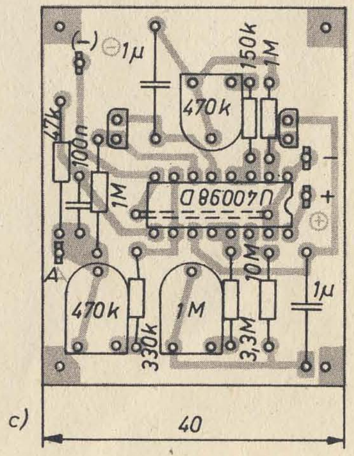


25



b)

24b



c)

24c